



INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

REMOÇÃO INCOMPLETA DE LESÃO DE CÁRIE

Trabalho submetido por

Raul José dos Reis Janes Semedo

para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

novembro de 2017



**INSTITUTO SUPERIOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
EGAS MONIZ**

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

REMOÇÃO INCOMPLETA DE LESÃO DE CÁRIE

Trabalho submetido por

Raul José dos Reis Janes Semedo

para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por

Prof. Doutor Paulo Maurício

novembro de 2017

Agradecimentos

Gostaria em primeiro lugar agradecer ao meu pai Raul Manuel de Góis Janes Semedo, à minha mãe Maria José Reis Janes Semedo, aos meus avós e tia-avó que sempre primaram pela minha educação e por todo o esforço que fizeram para que me fosse possível alcançar o que alcancei até hoje.

Gostaria em segundo lugar de louvar o Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz, o curso de Mestrado Integrado em Medicina Dentária e os docentes que tive a sorte de encontrar que, na minha opinião, se destacam no nosso país por excelência pedagógica e condições didáticas que nos foram dispostas ao longo de todo o percurso académico, com especial atenção aos docentes que se mostraram sempre disponíveis e interessados pelos seus alunos.

Gostaria também de agradecer ao meu orientador Professor Doutor Paulo Maurício por me ter ajudado a realizar esta monografia.

A todos os meus colegas de curso e em especial ao meu parceiro André Júdice que me acompanhou desde o início do meu percurso académico em 2010. Nos momentos sérios e nos momentos menos sérios, que tive a sorte e o prazer de aprender a seu lado, na sala de aula, na Clínica Universitária Egas Moniz, e não só, sempre bem-disposto e pronto para trabalhar, foi sem dúvida uma pessoa com peso na minha aprendizagem e a quem estarei para sempre grato por todo o apoio que me disponibilizou depois da morte do meu pai, “box 38, a box da alegria”.

Não poderia deixar de agradecer ao meu irmão Rodrigo Semedo e aos meus amigos mais próximos, sem os quais provavelmente seria muito mais difícil continuar a trabalhar e a estudar após a morte do meu pai, obrigado por tudo.

Pai esta é para ti. Até sempre.

Resumo

A medicina dentária, está em constante evolução de conhecimentos, métodos e materiais. A cárie é uma doença epidemiológica que afeta grande parte da população mundial e que até ao presente se tem mostrado difícil de erradicar. A remoção de dentina cariada no tratamento das lesões de cárie está a passar por questões e inovações.

Atualmente o tratamento de eleição para uma lesão de cárie é a completa remoção do tecido cariado e posterior restauração, porém os benefícios desta técnica têm vindo a ser questionados por possíveis efeitos adversos da remoção total da dentina mole, quando se tratam de lesões profundas. Já existem técnicas mais conservadoras que aparentam resultar.

O objetivo deste trabalho centra-se numa revisão literária no sentido de elucidar questões pertinentes em relação à necessidade ou não da remoção total da dentina cariada e a possibilidade de executar uma restauração cavitária com dentina cariada presente, e, portanto, mais conservadora, reduzindo o risco de exposição da polpa, discutindo também quais os melhores materiais e técnicas para o fazer.

Após análise de diferentes artigos científicos, preferencialmente dos últimos 10 anos, referenciados e discriminados na bibliografia, conclui-se que não só é possível como existe um controlo da lesão cárie. Existe uma tendência na literatura de aplicar esta filosofia em dentes com lesões de cárie profundas, utilizando materiais restauradores convencionais e restaurando definitivamente sobre dentina cariada.

Palavras-chave: remoção parcial de dentina cariada; cárie; preparo da cavidade dentária; adesão a dentina desmineralizada; selamento marginal em remoção parcial; resistência da restauração em remoção parcial; *one-step*; *two-step*; *stepwise*; exposição pulpar; técnica conservadora

Abstract

Dental medicine is in constant evolution of knowledge, methods and materials. Dental cavities is an epidemiological disease that affects a large part of the world's population and, so far, it has been difficult to eradicate. The removal of carious dentin in the treatment of caries lesions is going through questions and innovations.

Currently the treatment of choice for a caries lesion is the complete removal of carious tissue and subsequent restoration, but the benefits of this technique have been questioned by possible adverse effects of total dentin removal. There are already more conservative techniques that seem to work.

The objective of this work is to focus on a literature review to elucidate pertinent questions regarding the need for total removal of carious dentin and the possibility of performing a cavity restoration with carious dentin present, and therefore more conservative, reducing the risk of exposure of the pulp, also discussing the best materials and techniques to do so.

After analysis of different scientific articles, preferably of the last 10 years, referenced and broken down in the bibliography, it is concluded that not only is possible as there is a control of caries lesion. There is a tendency in the literature to apply this philosophy to teeth with deep carious lesions, definitively restoring over carious dentin.

Keywords: partial removal of carious dentin; Dental cavities; cavity preparation; adhesion to demineralized dentin; restauration sealing in partial cavities removal; restauration resistance in partial cavities removal; *one-step*; *two-step*; *stepwise*; pulp exposure; conservative technique.

Índice

Resumo	1
Abstract	3
Índice.....	5
I. Introdução	7
II. Desenvolvimento	13
2.1. Dentina infetada <i>versus</i> dentina afetada	14
2.2. As diferentes técnicas.....	18
2.3. Estado da arte	26
2.4. Estudos relevantes.....	40
2.4.1. Estudos microbiológicos.....	40
2.4.2. Potencial de regeneração da polpa e do dente	42
2.4.3. Materiais de restauração	43
2.4.4. Custo de tratamento	47
III. Conclusões	49
IV. Bibliografia	51

I. Introdução

A cárie dentária é um problema comum em todo o mundo, pode ser dispendioso de tratar e causa infecção, dor e perda de dentes. A cárie pode ser controlada através de métodos não-operatórios que incluem, por exemplo, a escovagem e controlo da placa, o aconselhamento de uma dieta não cariogénica e a utilização de pastas fluoretadas. Se houver progressão das lesões de cárie estas técnicas não-operatórias poderão ter que ser combinadas com intervenção do médico dentista o que inclui limpar e restaurar as cavidades provocadas pela cárie, estas restaurações devolvem função e estética aos dentes, e permite que o paciente consiga higienizar melhor a superfície dentária. (Heymann, H. O., 2013)

A cárie dentária é uma doença infecciosa e multifatorial, que resulta da desmineralização e perda de estrutura dentária, devido à ação dos ácidos resultante do metabolismo das bactérias e da placa bacteriana existente nas superfícies dentárias. (Heymann, H. O., 2013)

É uma das doenças crónicas mais prevalentes em pessoas em todo o mundo, qualquer indivíduo é suscetível a esta doença durante o seu período de vida. A cárie dentária forma-se através da interação ao longo do tempo entre bactérias que produzem ácido e hidratos de carbono fermentáveis, e muitos outros fatores relacionados com o hospedeiro, incluindo dentes e saliva. Esta doença pode desenvolver-se tanto nas coroas como nas raízes dos dentes, e pode surgir cedo durante a infância como uma doença agressiva que pode afetar bebés e crianças pequenas. O risco de cárie inclui fatores físicos, ambientais, comportamentais, e fatores relacionados com o modo de vida como alto teor de bactérias cariogénicas, fluxo salivar inadequado, insuficiente exposição ao flúor, fraca higiene oral, métodos inapropriados de alimentar bebés, e pobreza. (Heymann, H. O., 2013)

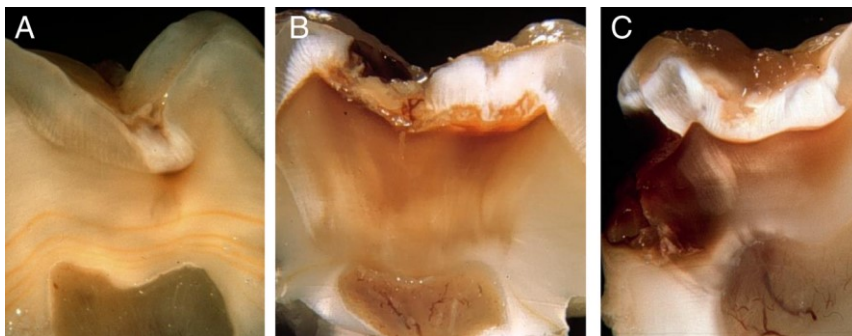


Figura 1. Diferentes estágios de progressão da lesão de cárie e aparência pulpar (Bjørndal, L., et al., 2014)

A aproximação à prevenção primária deve ser baseada nos fatores de risco. A prevenção secundária e tratamento devem ser focados na gestão do processo de cárie ao longo do tempo e para cada indivíduo, através de uma aproximação preservadora de tecido e minimamente invasiva. (Selwitz, R. H., 2007)

Segundo o III Estudo Epidemiológico Nacional das Doenças Orais. da Direção Geral de Saúde de Portugal houve uma redução do índice CPOD (dentes cariados, perdidos e obturados) que no ano 2000, aos 12 anos, era de 2,95, para 1,48, em 2006, e de 1,18 em 2013; Houve um aumento da percentagem de jovens com gengivas saudáveis que em 2006, aos 12 anos era 29% e aos 15 anos era 22%, enquanto em 2013, aos 12 anos era 51,7% e aos 18 anos 41,8%; Houve também um aumento do número médio de dentes com selantes de fissura que, em 2006, aos 12 anos era 1,60 e aos 15 anos era 0,86 e, em 2013, aos 12 anos era 3,61 e aos 18 anos era 1,31; Aumento da percentagem de crianças e jovens que escovam os dentes à noite, antes de deitar, que em 2006, aos 6 anos era de 35%, aos 12 anos 51% e aos 15 anos era de 45%, enquanto em 2013 aos 6 anos essa percentagem era de 84%, aos 12 anos, 87% e aos 18 anos 84%. (III Estudo Epidemiológico Nacional das Doenças Orais. da Direção Geral de Saúde de Portugal 2014)

Apesar das alterações destes valores e dos valores do índice CPOD, a cárie dentária é ainda muito prevalente na população portuguesa e na população mundial. Tornou-se um problema endémico na população mundial, uma vez que as dietas inadequadas, com alimentos cariogénicos, se têm tornado cada vez mais frequentes e estes acabam por provocar um grave desequilíbrio na manutenção da saúde oral. (Lima, J.E., 2007)

Esta doença, a cárie, resulta da interação de alguns fatores como a suscetibilidade do hospedeiro, o tipo de microrganismos, o tipo e composição de dieta e o tempo. O tipo de

microrganismos mais frequentes são as bactérias anaeróbias, os *Streptococos* e os *Lactobacilos*. Estas normalmente, atuam a um pH de 5,5. (Heymann, H. O., 2013).

Para planeamento da eliminação das lesões de cárie, elabora-se um plano de tratamento. Este permite que se trate estas lesões e que, com a cooperação do paciente, se possa controlar esta doença. (Heymann, H. O., 2013).

Para o detetar as lesões de cárie, segundo Black (Black, G.V., 1908), é realizado o registo radiográfico com *bite-wings*, para visualização das lesões interproximais. A inspeção tátil com sonda e visual após limpeza e secagem das estruturas dentárias, também é muito importante para chegar a um diagnóstico final. (Zero, D. T., *et al.*, 2009).

Lesões de cárie dentária e restaurações profundas ainda têm uma alta prevalência, mesmo em países industrializados, com uma distribuição epidemiológica distorcida (Ridell, K., *et al.*, 2008; Schiffner, U., *et al.*, 2009).

Já desde o início do século XXI muitos dentistas têm visto a restauração dentária como a cura da cárie. O foco na manutenção dos dentes e das restaurações dentárias foi um avanço em relação ao método de tratamento posterior que implicava a exodontia. (Selwitz, R. H., 2007)

Alterar o tratamento inicial de tais as lesões pode reduzir custos e melhorar a saúde oral, e pacientes com altas necessidades de tratamento provavelmente beneficiarão mais. (Schwendicke, F., Stolpe, M., *et al.*, 2013)

A prevenção sobre cáries recentes através da remoção meticulosa do biofilme, assim como a aplicação de flúor ou colocação de selantes, é possível e preserva a estrutura dentária. Quando é necessária intervenção restaurativa, a utilização de técnicas micro restaurativas modernas que utilizam novos materiais adesivos podem também preservar a estrutura dentária. (Selwitz, R. H., 2007)

Ao longo das últimas décadas, tem havido um afastamento da restauração convencional e uma aproximação a técnicas mais conservadoras, que envolvem a alteração do ambiente da lesão de cárie para que este seja menos favorável ao desenvolvimento do biofilme (Ricketts, D., *et al.*, 2013)

Oen, K.T., *et al.*, em 2007, realizaram um questionário numa rede de pesquisa dentária baseada na prática, a fim de determinar os métodos de tratamento de dentistas aquando do tratamento de lesões de cárie profundas e se os métodos escolhidos eram ou não influenciados pelo risco de exposição pulpar. Este questionário tentou ainda averiguar

como os médicos dentistas generalistas adotaram técnicas como classificação da lesão de cárie, instrumentação e proteção pulpar. Dos noventa e três médicos dentistas da rede de pesquisa, oitenta e cinco reponderam ao questionário. Dos que responderam, 62% disseram que removeriam toda a lesão de cárie, quando expostos a um caso no qual seria de esperar exposição pulpar, enquanto 17% disseram que removeriam parcialmente a lesão e 21% avançariam para tratamento endodôntico. (Oen, K.T., *et al.*, 2007)

Na literatura encontram-se três técnicas de remoção que se afastam da remoção total da lesão de cárie. A primeira, consiste na remoção da cárie por estágios durante duas visitas ao consultório, com alguns meses de intervalo, permitindo a que a polpa forme dentina reacionária/terciária, também conhecida como técnica *stepwise* ou *two-step*. A segunda técnica remove a dentina infetada e a cárie residual é selada restaurando o dente permanentemente, também conhecida como técnica de remoção parcial de cárie ou *one-step*. A terceira técnica não remove dentina cariada antes do selamento ou restauração. (Griffin, S.O *et al.*, 2008; Ricketts, D., *et al.* 2013; Hilgert, L., *et al.* 2015; Schwendicke, F., 2016; Schwendicke, F., *et al.*, 2016)

Se a lesão de cárie for profunda e o dente apresentar sinais clínicos e radiográficos de diagnóstico pulpar de vitalidade e reversibilidade da lesão, a remoção da lesão de cárie deve ser focada em evitar a exposição da pulpar. (Hilton, T.J., Summitt, J.B., 2006; Hilton, T.J., 2009; Ritter, A.V., Browning, W.D., *et al.*, 2012; Ritter, A.V., *et al.*, 2013, Schwendicke, F., 2016) Expor a polpa enquanto se remove a lesão de cárie introduz bactérias, o que reduz a probabilidade de vitalidade e saúde da mesma ao longo do tempo. (Bjørndal, L., Reit, C., *et al.*, 2010; Ritter, A.V., *et al.*, 2013)

A tendência atual em pesquisa clínica é realizar estudos clínicos randomizados (RCTs) para comparar duas ou mais intervenções diferentes e posteriormente feita a análise dos diferentes resultados, permitindo assim chegar a uma conclusão. Mas porque serão tão importantes estes tipos de estudo? O nível de evidência é a resposta a esta pergunta. Se classificarmos o nível de evidência científica distribuindo-a de forma hierárquica, teremos no topo da hierarquia as revisões sistemáticas ou meta-análise de estudos clínicos randomizados, e logo de seguida os estudos clínicos randomizados (RCTs).

Nível de evidência	Tipo e qualidade do estudo
1a	Revisão sistemática e Meta-análise de RCTs
1b	RCT individual com Intervalo de Confiança (IC) - 95% estreito
1c	Estudos de “tudo ou nada”
2a	Revisão Sistemática de estudos coorte
2b	Estudo Coorte RCT de baixa qualidade
2c	Pesquisa de resultados Estudos ecológicos
3a	Revisão Sistemática de estudos de caso-controle
3b	Estudo individual de caso-controle
4	Série de casos Estudos de Coorte e de caso-controle de baixa qualidade
5	Opinião de peritos

Classificação de Oxford Centre for Evidence-Based Medicine 2009

Outra resposta à questão sobre a importância dos estudos randomizados, é a do controle de variáveis. Muitos fatores não podem ser controlados numa simples comparação entre dois estudos diferentes em que o mesmo tratamento foi aplicado. Este é um grande problema na matéria que tento apresentar visto existirem diferenças de variáveis entre diferentes estudos. (Bjørndal, L., 2008)

Existe uma grande diferença entre RCTs e estudos observacionais, mas isto não significa que os milhares de estudos clínicos que foram e são executados fora do design

de um RCT não tenham *relevância científica*, estes simplesmente não têm um alto nível de evidência. (Bjørndal, L., 2008)

Um dos mais antigos artigos a descrever uma técnica de remoção parcial foi por Sowden, J. R., em 1956. O tecido cariado foi removido, foi aplicada uma camada de 1 mm de hidróxido de cálcio e restaurado provisoriamente. A reabertura e cavidade final foram feitas após duas a três semanas. (Sowden, J.R., 1956)

Eidelman, E., *et al.*, 1965, descreveram detalhes do processo de abertura como por exemplo, o esmalte não suportado deve ser removido de modo a facilitar o acesso à dentina cariada perto da junção amelo-dentinária e deixaram 1 mm de dentina cariada perto da parede pulpar, após um ano foi feita a cavidade e restauração definitivas. (Eidelman, E., *et al.*, 1965)

Uma aproximação mais rigorosa foi descrita por Magnusson, B. O. e Sundell, S. O., que enfatizaram que uma fina camada de dentina deve permanecer na parede pulpar, apesar de não definirem o quão fina deveria ser esta camada. Posteriormente os autores colocavam uma restauração provisória de óxido de zinco eugenol e passado quatro a seis semanas faziam a cavidade e restauração final. (Magnusson, B.O., Sundell, S.O., 1977)

Como já referido estes estudos são muito dificilmente comparáveis visto a grande diferença de variáveis que apresentam.

II. Desenvolvimento

Uma aproximação eficiente à lesão provocada por cárie é caracterizada por: detecção de lesões o mais cedo possível, pela análise do risco e atividade da lesão e prevenindo a ocorrência de novas lesões de cárie. A gestão de uma lesão de cárie deve ser feita através da inativação ou controlo (incluindo restaurações) da mesma através de tratamentos restaurativos minimamente invasivos, incluindo reparação de restaurações defeituosas em vez de substituição total das mesmas. Dadas as bases patológicas da cárie como uma doença de biofilme, tanto a preservação como a gestão de lesões existentes, devem ser feitas através do controlo ou condicionamento da lesão em vez de remoção de tecido. Numa lesão de cárie existente, diferentes estágios e atividades de lesão, podem requerer uma aproximação diferente. Esta aproximação deve ser focada em: inativação/controlo da lesão; preservação do tecido dentário duro; evitar o ciclo de re-restauração; e preservação do dente o máximo tempo possível. (Schwendicke, F., Frencken, J.E., *et al.*, 2016)

Lesões não cavitadas podem ser geridas através da remoção do biofilme e/ou remineralização ou selando estas lesões. No caso de lesões de esmalte oclusais devem ser utilizados selantes de fissura (Griffin, S.O., *et al.*, 2008; Hilgert, L., *et al.* 2015) mas no caso de lesões em face lisa ou inter-próximal com alguma cavitação outros métodos de selamento ou infiltração da lesão com resina devem ser utilizados. (Dorri, M., *et al.* 2016). O selamento da lesão de cárie impedindo as bactérias da lesão de obter hidratos de carbono pode levar à inativação da lesão (Griffin, S.O. *et al.* 2008; Oong, E.M., *et al.*, 2008). Existe uma variedade de opções não invasivas de lidar com a doença e com as lesões de cárie, no entanto em lesões em estágios mais avançados ou sob certas condições a intervenção restaurativa é inevitável. (Schwendicke, F., 2016) A remoção de dentina afetada não é fundamental para a inativação da lesão. A dentina cariada tende a reorganizar-se num curto período de tempo quando devidamente selada, e o processo de remineralização continua por longos períodos. O diagnóstico correto da vitalidade da polpa parece ser fundamental para o sucesso das técnicas de remoção parcial. (Chibinski, A. C. R., *et al.*, 2013)

2.1. Dentina infetada *versus* dentina afetada

Todos os dentes estão suscetíveis a ser desmineralizados por ácidos provenientes de bactérias ou de outras fontes. Naturalmente, existe um equilíbrio dinâmico no ambiente oral onde o esmalte pode ser desmineralizado e remineralizado sem que exista perda significativa da estrutura do mesmo. Quando o processo de cárie quebra a superfície do esmalte e existe infecção da dentina, o dente deve ser restaurado. (Joves, G. J., Inoue, G., *et al.*, 2014)

Uma camada grossa de dentina forma a maior parte dos tecidos dentários mineralizados. A dentina é tapada por uma coroa feita de esmalte altamente mineralizado que protege a restante estrutura dentária, e na raiz, é coberta por cimento, uma estrutura implicada na fixação dos dentes ao alvéolo ósseo. Os dentes contêm polpas dentárias nos seus centros e, geralmente, não são mineralizadas. Este tecido conjuntivo macio também contém nervos e uma rede vascular conectada com os tecidos circundantes, o ligamento periodontal e o alvéolo ósseo. (Goldberg, M., 2011)

Em termos de composição a dentina é menos mineralizada que o esmalte, mas mais mineralizada que o osso ou cimento. A dentina humana é tecido conjuntivo duro, elástico e avascular. Esta encontra-se entre o esmalte e a câmara pulpar, e funciona como um tecido resiliente que ajuda o esmalte a suportar e dissipar as forças da mastigação sem que haja fratura. A dentina é um tecido complexo composto por quatro elementos: (1.) túbulos orientados rodeados por uma (2.) zona peri-tubular altamente mineralizada, estes túbulos fazem parte de uma matriz inter-tubular composta maioritariamente por fibras de (3.) colagénio tipo I embebidas em cristais de apatite e (4.) fluido dentinário. (Zavgorodniy, A. V., *et al.*, 2008).

De uma maneira geral, a dentina é composta por cerca de 50% de volume mineral na forma de cristais de apatite, 30% de matéria orgânica que são, maioritariamente, as fibras de colagénio tipo I e cerca de 20% de fluido com composição semelhante à do plasma. Os túbulos dentinários representam o trajeto das células odontoblásticas desde a junção amelo dentinária, na coroa, ou desde o cimento, na raiz, até à câmara pulpar.

Na dentina normal fibras de colagénio mineralizadas dispõem-se ortogonalmente em relação aos túbulos dentinários, formando assim uma matriz dentinária inter-tubular que é totalmente aleatória. (Zavgorodniy, A. V., *et al.*, 2008).

A desmineralização da dentina (cárie) é principalmente causada pela exposição a soluções ácidas onde o mineral tende a se dissolver até que a solução fique saturada.

A dentina intra-tubular é uma estrutura densa com cristais de apatite em forma de placa com a presença ocasional de cristais de apatite em forma de agulha. A diferença na estrutura cristalina entre esclerose dentinária induzida por idade ou por cárie é notável, na primeira, grandes cristais de apatite soltos preenchem os túbulos, já no segundo caso, minerais intra-tubulares induzidos por cárie formam uma estrutura policristalina que enchem densamente os túbulos dentinários. A esclerose dos túbulos pela formação de cristais nos espaços intra-tubulares é uma defesa natural contra o ataque da cárie, com o objetivo de ocluir os túbulos, prevenindo a penetração das bactérias cariogênicas no interior do dente. Este mecanismo pode ser mediado por processos odontoblásticos estimulados por cárie, tendo como fonte de mineral o sangue pulpar. (Zavgorodniy, A. V., *et al.*, 2008).

Num dente existem dois tipos de dentina associados a cárie: dentina infetada e dentina afetada. A primeira, dentina infetada, caracteriza-se pela presença de bactérias, desnaturação do colagénio e mudanças na cor e aparência acontecem à medida que o tempo progride. Entretanto, na segunda, ou dentina afetada, não existem bactérias e o colagénio não se encontra desnaturado. (Joves, G. J., Inoue, G., *et al.*, 2014).

Uma nova aproximação ao tratamento da cárie tem sido recentemente introduzida. Esta aproximação sugere que a cárie não precisa ser sempre completamente removida das porções mais profundas da dentina: a dentina infetada deve ser removida enquanto a dentina afetada deve ser preservada. Deste ponto de vista a ultra estrutura da dentina cariada é de grande interesse. Mesmo que os túbulos tenham perdido quase completamente a dentina peritubular, a estrutura não colapsou, mesmo quando aconteceu uma desmineralização significativa. Através da análise dos padrões de difração de elétrons verificou-se que na dentina cariada mais profunda se mantém a estrutura da matriz de colagénio e os cristais ainda se encontram alinhadas nas fibras de colagénio. (Zavgorodniy, A. V., *et al.*, 2008).

De acordo com o conceito minimamente invasivo, o uso de restaurações diretas em resina composta tem sido aceite no tratamento de cáries, preservando a estrutura do dente (Momoi, Y., Hayashi, M., *et al.*, 2012). Nas restaurações que envolvem dentina, a dentina afetada deve ser preservada. (Zavgorodniy, A. V., *et al.*, 2008; Joves, G. J., Inoue, G., *et al.*, 2014) Alguns estudos até reportaram remineralização de dentina infetada estruturalmente desorganizada (Wambier, D.S., *et al.* 2007; Chibinski, A.C., *et al.* 2013; Corralo, D.J., Maltz, M., 2013)

Diferentes clínicos usam diferentes métodos de remoção de dentina infetada, baseando-se na dor, cor, dureza ao toque, utilizando corantes, agentes químicos ou laser (Itoh, K., *et al.*, 2009; Pugach, M. K., *et al.*, 2009; Neves, A.D.A., *et al.*, 2011). Tanto a dentina infetada como a dentina afetada são menos duras que a dentina saudável. (Ritter, A.V., *et al.*, 2013) A dureza ao toque é o critério mais comum usado pelos profissionais quando removem a lesão de cárie. Porém, a dentina afetada pode variar em termos de profundidade e dureza e estas variáveis dependem no tipo de cárie (aguda, crônica ou inativa), idade, localização do dente na boca e da localização da própria lesão no dente. Por estas razões remover só o tecido infetado deixando o tecido afetado e saudável é ainda um desafio clínico. (Joves, G.J., *et al.*, 2014) No entanto, minimizar a espessura e a área superficial da dentina afetada quando se usam estas técnicas é clinicamente importante, porque a resistência a forças da dentina saudável é superior quando comparada à resistência da dentina mole, reduzindo assim o risco de falha da restauração. (Hevinga, M.A., *et al.*, 2010; Alleman, D., Magne, P., 2012)

Evitar exposição pulpar tem um grande impacto no prognóstico de um dente e dos custos de tratamento a longo prazo (Bjørndal, L., *et al.* 2010; Schwendicke, F., Stolpe, M., *et al.* 2013)

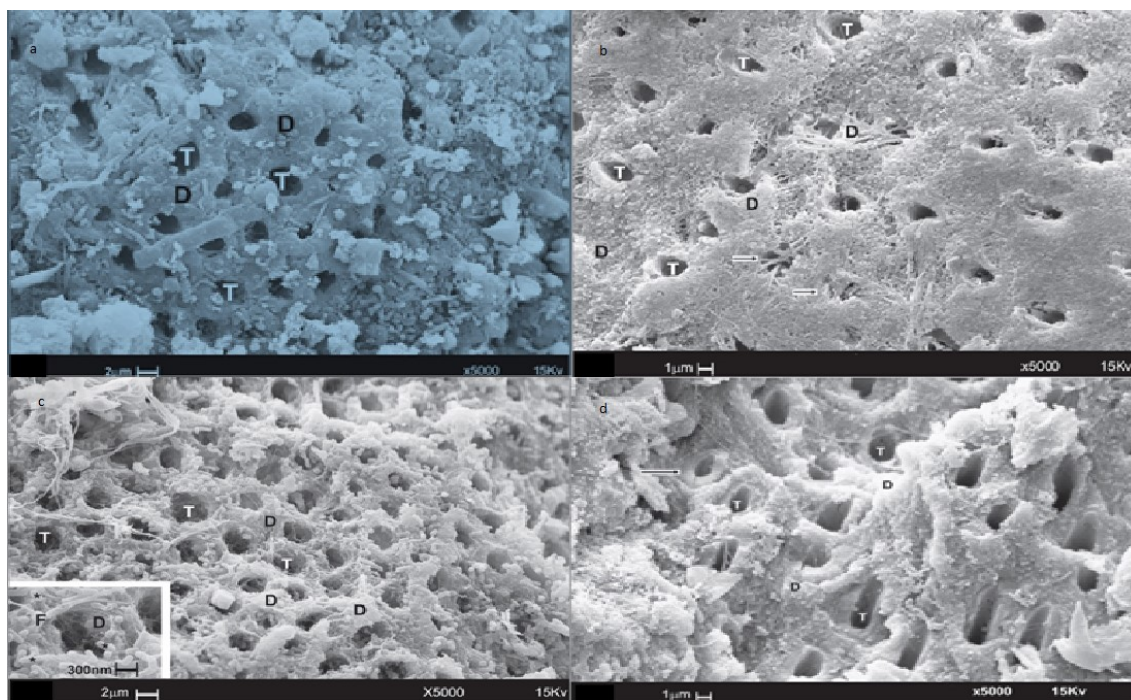


Figura 2. Fotografias microscópicas através de microscopia eletrônica de varredura (x5,000) de amostras de dentina após remoção parcial e 30(b) e 60(d) dias após restauração (na esquerda(a, c) imediatamente antes da restauração e na direita (b, d) imediatamente após abertura da restauração) em dois dentes diferentes (duas imagens superiores(a, b) é um dos dentes e as duas em baixo (c, d) são de outro). Podemos observar os túbulos dentinários (T) e a dentina inter-tubular (D). Na imagem (b) podemos observar o estreitamento dos túbulos dentinários e a obstrução de outros (indicados pelas setas). Na imagem (c) podemos observar no canto inferior esquerdo uma maior ampliação onde se consegue ver as bactérias (*) e as fibras de colagénio expostas (F). Na imagem (d) após 60 dias da restauração conseguimos observar uma boa organização da dentina é evidente, as setas nesta imagem indicam a dentina peritubular. De notar as escalas das imagens representadas em cada imagem para possível comparação da largura dos túbulos dentinários. (Wambier, D. S., *et al.*, 2007)

2.2. As diferentes técnicas de remoção parcial:

Existem quatro principais estratégias para remoção da lesão de cárie que vão desde a remoção total da lesão até a não remoção de qualquer dentina infetada. (Schwendicke, F., 2016):

- *Remoção não-seletiva até dentina dura (remoção completa)*, que tem como objetivo deixar apenas dentina dura tanto periféricamente como pulparmente (por isso, não-seletiva). Como só dentina dura é deixada, toda dentina desmineralizada e mole deve ser removida.

- *Remoção seletiva até dentina dura*, deixa dentina desmineralizada, mas dura na zona mais próxima da polpa e tecido duro e são na periferia da cavidade (por isso, seletiva). Esta estratégia é utilizada em lesões pouco profundas ou moderadamente profundas, isto porque preserva tecido dentinário remineralizável, sela a restauração e promove o sucesso da restauração. Não deve ser utilizada em lesões profundas pois pode levar a exposição pulpar.

- *Remoção seletiva até dentina mole (one-step)*, é recomendada em lesões profundas sem comprometimento pulpar, e consiste em deixar dentina mole perto da polpa para evitar exposição da mesma com uma restauração definitiva a cobri-la. Na periferia da cavidade deve ser deixado apenas tecido duro e são, a fim de conferir um bom selamento da restauração e a sobrevivência desta até o tecido dentinário remineralizar. Esta estratégia pode reduzir significativamente o risco de exposição pulpar relativamente às duas estratégias anteriores.

- *Remoção stepwise (two-step)*, também recomendada em lesões profundas sem comprometimento pulpar, esta estratégia remove a lesão de cárie em dois passos/consultas. Dentina mole é deixada perto da polpa na primeira intervenção, e na periferia é deixado apenas tecido duro e saudável (como na *one-step*). É colocada uma restauração provisória e o paciente volta passados seis a doze meses. Aquando da reabertura, a remoção do tecido cariado continua até que dentina dura seja deixada perto da polpa (como na remoção seletiva até dentina dura). (Schwendicke, F., 2016):

A segunda intervenção (da técnica *two-step*) apresenta riscos adicionais de exposição pulpar quando comparada com a estratégia *one-step* (Maltz, M., et al., 2012; Ricketts,

D., 2013; Schwendicke, F., 2013), aumenta o custo do tratamento (Schwendicke, F., Stolpe, M., *et al.*, 2013), e existe um crescente debate sobre a utilização da técnica *one-step* sobre esta técnica, sobretudo em dentes decíduos. (Schwendicke, F., 2016)

Assim como a técnica *one-step*, a técnica *two-step* trás vantagens em relação à técnica comumente utilizada de remoção total da dentina cariada ou lesada. A técnica *stepwise* reduz o risco de exposição pulpar quando comparada à tradicional técnica de remoção total de cárie, em virtude de no caso de exposição pulpar numa lesão de cárie tão profunda o prognóstico ser reservado, assim, a técnica *stepwise* é recomendada para lidar com lesões cariosas profundas. (Bjørndal, L., Reit, C., *et al.*, 2010). Esta técnica consiste na remoção quase total da dentina cariada numa primeira intervenção e posterior restauração provisória deixando, ou não, uma camada de um material que promova remineralização da dentina (por exemplo, cimento de hidróxido de cálcio). Posteriormente a restauração provisória é removida e a dentina que foi deixada por debaixo da restauração terá agora uma cor mais escura que indica o abrandamento da lesão. Faz-se então a preparação final da cavidade, recomenda-se que apenas dentina acinzentada e com dureza igual à dentina saudável deve ser deixada (Bjørndal, L., Reit, C., *et al.*, 2010) e feita a restauração. O principal objetivo desta primeira intervenção é alterar o ambiente a que as bactérias causadoras da lesão estão sujeitas e não remover tanta dentina. Estudos clínicos e microbiológicos têm mostrado que é possível decrescer o número de bactérias e interromper o processo de cárie durante o intervalo do tratamento. (Pinto, A.S., *et al.*, 2006; Orhan, A. I., *et al.*, 2008; Lula, E. C. O., *et al.*, 2009; Singhal, D. K., *et al.*, 2016)

Mantém-se incerto se intervalos mais prolongados entre a primeira e segunda visita da técnica *stepwise* podem reduzir os riscos de exposição pulpar, assim como utilização de materiais protetores de polpa ou restauradores que são vantajosos para manter a vitalidade pulpar (Miyashita, H., *et al.*, 2007; Yengopal, V., *et al.*, 2009; Mickenautsch, S., *et al.*, 2010). A vantagem da técnica *one-step* em relação à técnica *two-step* em termos de exposição pulpar, que provavelmente levaria a tratamento endodôntico, foi também confirmada em vários estudos, revisões e meta-análises recentes (Thompson, R.G., *et al.*, 2008; Maltz, M., *et al.*, 2012, 2013; Ricketts, D. *et al.*, 2013; Schwendicke, F., *et al.*, 2013; Schwendicke, F., *et al.*, 2016; Hoefler, V., *et al.*, 2016), estes estudos reportaram um significativo aumento das taxas de sucesso da técnica *one-step* quando comparada com a técnica *stepwise*.

Lesões de cárie profundas induzem processos inflamatórios na polpa e podem até levar à necrose da mesma. Quando utilizamos a técnica de remoção total do tecido lesado corremos um risco maior de quebrar a barreira da dentina e assim comprometer a cura e regeneração da polpa. (Ritter, A.V., *et al.*, 2013) O principal propósito das técnicas *one-step* e *two-step* é manter a vitalidade pulpar reduzindo o risco de exposição pulpar, se conseguirmos manter a vitalidade pulpar preservamos a estrutura dentária. De outra forma o acesso endodôntico irá produzir um efeito conhecido por alongamento das cúspides, e durante a mastigação quando estas cúspides são sujeitas a forças mastigatórias aumenta o risco de fraturas dentárias. Quando comparados com dentes saudáveis, dentes endodunciados com restaurações de resina são menos resistentes a forças de mastigação. (Mondelli, R. F., *et al.*, 2009)

Devemos seguir alguns princípios quando removemos tecido cariado da lesão. Os princípios guia são: Preservação dos tecidos não-desmineralizados e remineralizáveis; Assegurar um selamento adequado através da preservação de tecido saudável (dentina e/ou esmalte) na periferia da restauração, controlando assim a atividade da lesão restante; Tentar evitar o desconforto/dor e ansiedade do paciente, sobretudo se for criança, a redução da ansiedade e desconforto influencia significativamente o tratamento e os resultados; Manter a vitalidade pulpar mesmo que implique preservar dentina afetada residual (evitando irritação pulpar desnecessária) e prevenindo a exposição pulpar; Promover a longevidade da restauração, removendo suficiente dentina mole para conferir resiliência e resistência à restauração. (Schwendicke, F., *et al.*, 2016)

Mas o que é ou pode ser considerado uma cárie profunda? Em alguns dos estudos realizados definiu-se uma cárie profunda como sendo uma lesão expectável de exposição pulpar caso esta fosse completamente removida em outros estudos considerou-se como sendo profunda uma vez que afetava mais de metade da espessura da dentina. A maioria dos dentistas considera lesões de potencial exposição de polpa como sendo lesões que afetam, radiograficamente, $\frac{3}{4}$ ou mais da espessura total da dentina. Este é um fator que pode ser importante e até decisivo no resultado do tratamento e é um dos motivos que pede RCTs de melhor qualidade. (Bjørndal, L., 2008)

Outro problema que encontramos é o fato de não termos maneira fidedigna de avaliar o grau de inflamação pulpar (Mejàre, I. A., *et al.*, 2012) baseando-nos em métodos

indiretos, no entanto a informação para o diagnóstico deve ser retirada de três pontos essenciais, sendo eles, a descrição dos sintomas pelo paciente, o teste de sensibilidade pulpar, e exames complementares de diagnóstico, como radiografias. Dentro da comum dicotomia de diagnóstico os tratamentos apontam ou para uma terapia da polpa invasiva ou para procedimentos para manter a integridade da polpa. Apesar das palavras *irreversível* e *reversível* não puderem ser somente interpretadas como o *golden standart* do estado da polpa, estas representam o nosso melhor julgamento clínico. O uso clínico do diagnóstico de pulpite irreversível assim como o de pulpite sintomática é essencialmente o mesmo, visto que o dente será submetido a um tratamento da polpa invasivo. No entanto, uma lesão de cárie profunda pode também ser, potencialmente, um caso pulpite reversível, com sensibilidade pulpar confirmada e sem sinais de patologia apical ou se não existirem sinais subjetivos antes do início do tratamento. Apesar da ausência de sintomas clínicos não significar ausência de patologia pulpar, uma técnica de remoção parcial de cárie pode oferecer mais uma hipótese de manter a integridade pulpar, até que se prove a infecção pulpar. É importante que depois de um tratamento deste género se mantenha a sensibilidade pulpar, pois a falta desta sensibilidade pode indicar o desenvolvimento de uma necrose pulpar silenciosa. (Bjørndal, L., 2008)

No que diz respeito a manter a polpa vital, diferentes modalidades de tratamento que incluíam tratamento pulpar indireto não mostraram grandes diferenças nos sintomas ao fim de um ano, em estudos que usaram formulações de hidróxido de cálcio como Life (Kerr, Bioggio, Switzerland), Dycal (Dentsply, Pensilvânia, EUA) e Cavitec (Kerr, Bioggio, Switzerland) (Miyashita, H., *et al.*, 2007)

Como já dito, os tratamentos restaurativos têm como objetivo permitir o controlo da placa bacteriana, proteger o complexo dentina-polpa, e devolver forma, função e estética ao dente. A fase de remoção da lesão de cárie deve proporcionar condições para uma restauração duradoura, preservar tecido saudável e remineralizável, um bom selamento, manter a vitalidade pulpar e maximizar o sucesso da restauração. Isto não quer dizer que todo o tecido contaminado por bactérias ou desmineralizado perto da polpa, necessite ser removido. (Schwendicke, F. *et al.*, 2016)

Quanto à restauração: dos diferentes materiais que os médicos dentistas utilizam para restaurar cavidades, a amálgama de prata tem sido historicamente aceite como norma para restaurar dentes posteriores. Apesar de pouco estética, as restaurações a amálgama

de prata têm boa longevidade e são especialmente eficazes em pacientes de alto risco (Opdam, N. J., *et al.*, 2010). Este sucesso da amálgama de prata tem sido atribuído aos produtos de corrosão da mesma, que podem levar a um selamento marginal mais imediato após a restauração, têm propriedades antibacterianas, e podem proteger o dente de cárie infiltrativa/secundária. (Schwendicke, F., *et al.*, 2016) Apesar do sucesso da amálgama de prata, esta apresenta problemas estéticos, ecológicos e ambientais, por isso foi feito o Tratado Minamata ao Mercúrio em outubro de 2013, em que diversos países se comprometeram a reduzir o uso de amálgamas. (Programa Ambiental das Nações Unidas 2013) Por outro lado, o uso de compósitos de resina é agora muito mais evidente, apresentando longevidade comparável à amálgama de prata, no entanto em pacientes de alto risco, restaurações a compósito de resina parecem mais suscetíveis a lesões de cárie infiltrativas/secundárias. (Opdam, N. J., *et al.*, 2010; Kopperud, S. E., *et al.*, 2012) Restaurações a compósito de resina são coladas ao tecido dentário duro através de adesivos. Estes adesivos têm vindo a ser otimizados e são importantes para o selamento da restauração, suportar as forças de contração de polimerização do compósito, e assegurar a retenção da restauração quando submetida a forças funcionais. É aceite que adesão a material dentário duro é importante para garantir um bom selamento de uma restauração compósito de resina. (Heintze, S. D., 2013) Apesar da remineralização da dentina dar origem a tecidos dentários com maior dureza, a adesão imediata aquando da restauração a dentina mole é significativamente menor que a adesão a tecidos dentários saudáveis, isto pode ser atribuído ao baixo módulo de elasticidade e maior humidade da típica dentina cariada. Clinicamente, isto não parece ser um problema quando uma quantidade limitada de dentina cariada é deixada debaixo da restauração. (Schwendicke, F., Meyer-Lückel, H., *et al.*, 2013) Uma vez que a adesão é tanto maior quanto for a área da superfície, a dentina cariada deixada debaixo da restauração deve cobrir apenas a área sobre a polpa dentária, é especialmente importante que a periferia da cavidade confira estabilidade e selamento à restauração. (Schwendicke, F., *et al.*, 2016) Existe ainda uma terceira hipótese de restauração da cavidade, utilizando cimento de ionómero de vidro que tem sido visto como material restaurador provisório, mas que apresenta características como boa biocompatibilidade, adesão química aos tecidos dentários duros e libertação de flúor (o que promove a remineralização). No entanto, ionómeros de vidro apresentam menor resistência e menor estética quando comparados com compósitos de resina. O cimento de ionómero de vidro parece ser essencial e importante na gestão de lesões de cárie profundas em

dentes permanentes porque fornece iões para a remineralização do tecido desmineralizado deixado debaixo da restauração. (Ngo, H., 2010) Apesar disto, duas revisões sistemáticas mais recentes reportaram não haver diferenças na taxa de sucesso de restauração ao utilizar cimento de ionómero de vidro de alta viscosidade, amálgama de prata ou compósito de resina em crianças. (Mickenautsch, S., *et al.*, 2012; Raggio, D. P., *et al.*, 2013) Torna-se mais evidente que a utilização de cimento de ionómero de vidro de alta viscosidade pode ser uma valiosa alternativa para dentes decíduos e restaurações de uma face em dentes definitivos. (Frencken, J. E., *et al.*, 2012).

A integridade da restauração sobre dentina desmineralizada e mais mole também é uma questão pertinente. O impacto e forças sobre a restauração, por se deixar tecido dentinário cariado, foi avaliado por alguns estudos, questões como a adesão dos adesivos convencionais (*etch and rinse*) a dentina desmineralizada (afetada) e a dentina contaminada (infetada), em que se verificou que a adesão a dentina infetada e afetada é menos eficaz que a dentina saudável (Erhardt, M. C. G., *et al.*, 2014), assim como a possível redução da resistência à fratura de restaurações sobre dentina desmineralizada quando comparadas com as restaurações de dentes submetidos a remoção total. (Hevinga, M. A., *et al.*, 2010) Neste estudo de Henvinga *et al.*, as amostras foram sujeitas a forças cíclicas aplicadas por uma bola de aço inoxidável (3mm raio) no centro da restauração de uma cavidade classe I, as forças de 350 Newton foram aplicadas com uma frequência de 5 Hz durante 400.000 ciclos, em água da torneira. A esfera desceu verticalmente em relação à restauração até que ocorresse falha da restauração, exprimindo assim a carga de falha(N). Este estudo chegou ao resultado de que houve uma diferença significativa na resistência à fratura dos dentes do grupo de controlo (remoção total) sobre os do grupo experimental (remoção parcial). A média de carga necessária para a falha da restauração no grupo de controlo foi de 2768N enquanto no grupo experimental foi uma média de 1276N. Os dentes do grupo de controlo ao fraturar apresentaram todas fraturas radiculares verticais abaixo da junção amelo-cimentária, os dentes do grupo experimental apresentaram rachas nas restaurações (figura 3.). Estas diferenças de fratura são importantes, porque um dente na boca que sofra fratura vertical radicular tem pouca hipótese de ser viável, enquanto num dente em que a restauração racha e colapsa sobre a dentina mole pode ser reparado, no entanto pode passar despercebido pelo paciente, levando à continuação de aplicação de forças, que pode levar a forças laterais e consequente fratura de cúspides ou paredes, assim

como a presença de rachas pode levar à reativação de cárie posteriormente selada. Os autores deste estudo advertem, no entanto, para se ter cuidado quando se extrapola estes dados *in vitro* para a situação clínica, uma vez que na boca, um dente submetido a remoção incompleta terá ao longo do tempo uma camada de dentina remineralizada, mais escura, dura e com resistência a fratura ainda maior, como já verificámos nos estudos e revisões analisados. Os autores referem também que a quantidade de dentina cariada deixada pode ser importante, neste estudo uma quantidade considerável de dentina cariada foi deixada debaixo da restauração. Como nos outros estudos e revisões, os autores frisam a importância de saber que quantidade de dentina cariada *pode*, e *deve* ser deixada debaixo da restauração de modo a não comprometer a sua integridade. (Hevinga, M.A., *et al.*, 2010)

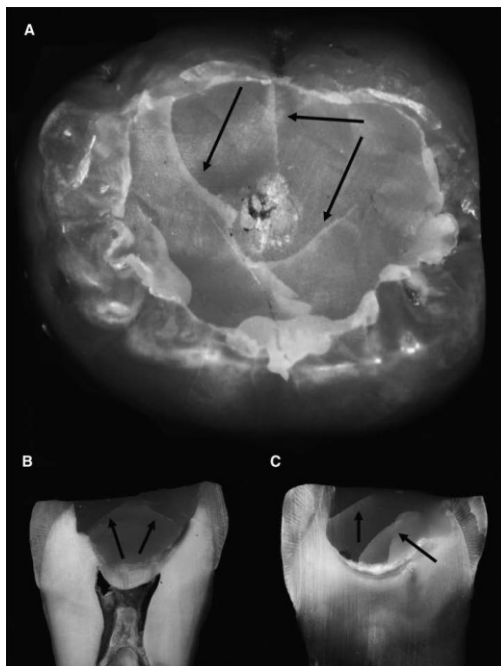


Figura 3. Exemplo de um molar com restauração após remoção parcial submetido a forças oclusais que levou ao aparecimento de rachas na restauração (indicadas pelas setas pretas). (Hevinga, M.A., *et al.*, 2010)

A dentina desmineralizada é mais porosa, com túbulos colapsados e obstruídos, impedindo a penetração total dos materiais adesivos no colagénio exposto. (Liu, Y., *et al.*, 2011) Para além destes dois fatores a dentina cariada é mais mole, menos elástica, e pode não fornecer suporte mecânico à restauração, especialmente quando se tratam de forças mastigatórias oclusais. (Tabatabaei, F. S., *et al.*, 2016) A combinação destes fatores parece levar ao insucesso da restauração, com maior risco de infiltração marginal e de fratura. No entanto, diversos estudos *in vitro* não verificaram este

aumento de risco de falha. (Schwendicke, F., Kern, M., Meyer-Lueckel, H., *et al.*, 2013; Schwendicke, F., Kern, M., Blunck, U., *et al.*, 2014) A localização da lesão parece também ser importante no risco de fratura da restauração, o estudo que encontrou falha de restauração por fratura aplicou forças equivalentes às forças mastigatórias no sentido oclusal sobre restaurações oclusais classe I, levando a restauração a colapsar, nas lesões localizadas mais pulpo-axialmente, as forças oclusais são paralelas à lesão reduzindo assim o impacto da dentina mais mole na integridade da restauração (Hevinga, M.A., *et al.*, 2010)

2.3. Estado da arte

Em 2008, Thompson *et al.*, fez uma crítica revisiva acerca do tratamento de lesões de cárie profundas através de remoção completa ou remoção parcial. Nesta revisão, foram utilizadas para pesquisa cinco bases de dados usando palavras chave para identificar estudos relacionados com remoção parcial versus remoção completa, foram encontrados 1059 artigos, dos quais os autores selecionaram os vinte e três que pareceram mais relevantes. Três destes apresentaram resultados de estudos randomizados controlados. Os resultados destes três estudos randomizados, um deles que seguiu os pacientes após 10 anos, providenciam evidência forte a favor de deixar dentina afetada por debaixo da restauração, em casos nos quais a remoção dessa dentina cariada colocaria o dente em risco de exposição pulpar. Outros estudos adicionais demonstraram que as bactérias cariogênicas, quando isoladas da sua fonte de nutrição através de uma restauração íntegra, ou morrem ou entram num estado de dormência e, portanto, não apresentam risco para a saúde dentária. A pesquisa foi limitada a artigos escritos em inglês que utilizaram humanos e que foram publicados desde 1950 até à primeira semana de novembro 2007. Nesta revisão, feita em 2008, por Thompson foram incluídos outros estudos que não se focaram na remoção incompleta de cárie, mas que o autor achou relevantes para o tratamento destas lesões de cárie profundas. Foram identificados dez artigos que se relacionavam diretamente com remoção parcial de cárie em lesões de cárie profunda, quatro destes dez apresentaram resultados em *follow-up*. (Thompson, R. G.; Curro, F. A.; *et al.*, 2008)

Em 2011, Hayashi *et al.*, realizaram também uma revisão sistemática sobre a técnica *stepwise*, incluindo estudos publicados em inglês e japonês, utilizando duas bases de dados, entre 1970 e 2008. Cada publicação foi inicialmente analisada através do seu *abstract*, quando uma publicação se revelava significativa para o tema em questão, técnica *stepwise*, os autores reviram todo o estudo, tendo sempre preferência por estudos mais prolongados. Os tipos de estudo incluídos foram estudos randomizados e estudos caso controlo, onde a técnica de remoção completa de cárie foi comparada com proteção pulpar através de diferentes agentes. Como não foram encontrados muitos estudos os autores incluíram também estudos de prognóstico da técnica *stepwise* em dentes definitivos. A pesquisa manual e eletrónica resultou num total de 266 publicações inglesas e 130 japonesas, estes estudos foram incluídos ou excluídos de acordo com as

especificações já descritas. De todas estas publicações só foram incluídos um total de treze estudos, dez estudos em inglês e três em japonês. Destes estudos, dois foram estudos controlados randomizados, cinco foram estudos de caso controlo e os restantes seis foram estudos clínicos longitudinais sem grupo de controlo. Os autores notaram que mesmo dentro da técnica *stepwise* havia variações entre estudos, em nenhum destes estudos os autores revelaram quanta dentina infetada removeram nem quanta dentina deixaram. No entanto, ficou claro que os clínicos que participaram nestes estudos pretendiam prevenir a exposição pulpar. Dos treze estudos incluídos onze utilizaram hidróxido de cálcio (Dycal®, Dycal® melhorado, Porcal®, Hydrex®, Pulpdent®) como proteção pulpar, nos restantes dois estudos foram utilizados antibacterianos como verniz de clorexidina e timol (Cervitec®), combinado com unção corticosteroide (Ledermix®) ou cimento de policarboxilato combinado com um preparado de flúor-tanina (HY-Bond Temporary Cement Soft®). O tempo entre a primeira e a segunda intervenção da técnica *stepwise* variou entre um mês a doze meses, mas o mais comum foi aos três ou seis meses após a primeira intervenção. A taxa clínica de sucesso foi reportada entre os 94% e os 100% em dez dos estudos. Não houve diferença significativa entre diferentes materiais de proteção pulpar. Quando a cárie foi removida usando a técnica *stepwise*, evitando a exposição pulpar, a polpa dentária ficou assintomática na maior parte dos casos. Em cinco dos estudos revistos, as condições da dentina foram analisadas, aquando da segunda intervenção, e todos estes estudos demonstraram que a dentina remanescente tinha ficado mais escura, mais dura e mais seca após dois a doze meses após a primeira abertura da técnica *stepwise*. Em quatro dos estudos foi feita análise radiográfica e todos eles reportaram aumento da radio densidade ou radio opacidade, sugerindo que houve um processo de remineralização da restante dentina cariada após a primeira fase da técnica *stepwise*. Não obstante, foi difícil examinar quando começa exatamente o processo de remineralização ou quando a dentina remineraliza o suficiente para realizar a segunda intervenção, visto que o período de observação variou entre estudos. Em sete dos treze estudos foi feita análise bacteriana. Em todos estes estudos a redução bacteriana cariogénica foi confirmada após a segunda intervenção da técnica *stepwise*. Alguns destes estudos avaliaram mudanças em bactérias específicas, como *Streptococos mutans* e *Lactobacilos*, e outros avaliaram mudanças em bactérias aeróbias e anaeróbias separadamente. Hidróxido de cálcio foi utilizado em cinco estudos, nos restantes dois estudos foram utilizados antibacterianos e uma preparação de cimento de policarboxilato combinado com flúor-tanina. A redução bacteriana foi

notável em todos estes estudos. Nesta revisão não foi feita a combinação de todos os resultados obtidos nos diferentes estudos a fim de fazer análise estatística que comparasse os diferentes materiais de proteção pulpar a nível da redução bacteriana. Isto porque as unidades de medida que quantificam as bactérias foram diferentes de estudo para estudo devido a diferentes métodos de colheita, dificultando assim a sua comparação. Outro problema encontra-se na falta de informação acerca de quantidade de dentina cariada que foi deixada na primeira intervenção, que poderia levar a resultados enganadores. Nesta revisão sistemática a técnica *stepwise* provou-se mais uma vez eficaz na preservação pulpar em casos de lesão de cárie profunda em dentes definitivos, quando não houve diagnóstico pulpar de pulpite irreversível. A coletividade de resultados levaram os autores desta revisão a concluir que houve de fato uma redução de bactérias cariogénicas e endurecimento da dentina cariada por remineralização quando foi feita a segunda intervenção da técnica *stepwise* e que materiais de proteção pulpar como o hidróxido de cálcio, antibacterianos e cimento de policarboxilato combinado com flúor-tanina, mostraram-se eficazes na redução bacteriana após a técnica *stepwise*. Os autores concluíram também que o desenho deste tipo de estudos deve ser mais padronizado, em aspetos como quantidade de cárie deixada ou removida e os melhores métodos para o fazer. (Hayashi *et al.*, 2011)

Em 2013, Ricketts *et al.*, fez uma atualização à sua revisão de artigos publicada em 2006, com o objetivo de avaliar os efeitos das diferentes técnicas de aproximação à lesão de cárie. Utilizou quatro bases de dados eletrónicas, não tendo em conta a linguagem ou a data da publicação. Foram incluídos ensaios controlados aleatorizados e quasi-randomizados em grupos paralelos e individuais, que comparassem remoção de carie através das técnicas *stepwise*, *one-step* ou não remoção de carie dentinária com remoção completa da cárie, em dentes decíduos e definitivos não restaurados. Nesta revisão, o número total de estudos incluídos foi de oito, com 934 participantes e 1372 dentes. Foram feitas três comparações: *stepwise versus* remoção completa de cárie (quatro estudos), *one-step versus* remoção completa de cárie (três estudos), e a não remoção de dentina cariada *versus* remoção completa (dois estudos). (Um destes estudos comparou remoção total de cárie com *one-step* e *stepwise*). Quatro dos estudos investigaram dentes decíduos, outros três investigaram dentes definitivos e um estudo incluiu ambas as dentições. Todos os estudos foram avaliados como tendo alto risco de desvios/erro, se bem que os estudos mais recentes mostraram evidências da tentativa de

minimizar desvios/erros. A utilização da técnica *stepwise* resultou numa redução de exposição pulpar de 56% (ratio de risco (RR) 0.44, 95% intervalo de confiança (CI) 0.33 até 0.60, $P < 0.00001$, $I^2 = 0\%$) quando comparada com a técnica de remoção total de cárie, baseando-se em evidência de qualidade moderada, sem heterogeneidade. Nestes quatro estudos a média das exposições pulpares foi de 34.7% nos grupos de remoção total de cárie e de 15.4% nos grupos da técnica *stepwise*. Houve também evidência moderada que mostrou que não existe diferença nos resultados no que toca a sinais e sintomas de doença pulpar depois da restauração (RR 0.78, 95% CI 0.39 até 1.58, $P = 0.50$, $I^2 = 0\%$). A técnica *one-step* reduziu a incidência de exposições pulpares em 77% quando comparando com a remoção total de cárie (RR 0.23, 95% CI 0.08 até 0.69, $P = 0.009$, $I^2 = 0\%$), também baseando-se em evidência de qualidade moderada e sem evidência de heterogeneidade. Nestes três estudos, a média de exposição pulpar nos grupos de estudo, foi de 21.9% para a técnica de remoção completa de cárie, e de 5% para a técnica *one-step*. No entanto, não houve evidência suficiente para determinar se houve ou não houve diferença nos sinais e sintomas de doença pulpar (RR 0.27, 95% CI 0.05 até 1.60, $P = 0.15$, $I^2 = 0\%$, evidência de baixa qualidade), ou se houve falha da restauração (um dos estudos mostrou não haver diferença e o outro mostrou a ausência de falhas em qualquer uma das técnicas, evidência de qualidade muito baixa). A não remoção de dentina cariada foi comparada com a remoção de cárie completa em dois estudos muito diferentes. Num destes estudos não houve, com evidência moderada, diferença no que diz respeito a sinais e sintomas de doença pulpar nas duas técnicas, num outro estudo quasi-randomizados, também não houve diferença no que diz respeito a sinais e sintomas de doença pulpar entre os dois grupos submetidos às diferentes técnicas. As técnicas *stepwise* e *one-step* reduziram a incidência de exposição pulpar em dentes cariados, vitais e assintomáticos, tanto decíduos como permanentes. Portanto, estas técnicas mostram vantagem clínica sobre a remoção completa de cárie no tratamento da cárie dentinária. Não houve evidência de diferença nos sinais e sintomas de doença pulpar entre a técnica *stepwise* e a remoção completa da lesão de cárie e evidência insuficiente para determinar se houve ou não diferença nos sinais e sintomas da doença pulpar entre *one-step* e remoção completa da cárie. Quando a técnica *one-step* foi realizada, também não houve evidência suficiente para determinar se houve ou não uma diferença no risco de falha da restauração. Os estudos sem remoção da lesão de cárie dentinária investigando dentes permanentes tiveram um resultado semelhante, sem diferença na falha de restauração. O outro estudo de não remoção de cárie dentinária,

que investigou dentes primários, mostrou diferença estatisticamente significativa na falha de restauração favorecendo a intervenção. Devido ao *follow-up* de curto prazo na maioria destes estudos, ainda são necessários ensaios clínicos de alta qualidade e longo prazo para avaliar qual a intervenção mais eficaz. Foi descoberto que ao comparar remoção total de cárie com a técnica *stepwise*, a polpa dentária terá sido exposta em 347 a cada 1000 dentes quando tratados com a técnica de remoção total, enquanto que quando utilizada a técnica *stepwise* a exposição pulpar terá sido de 154 a cada 1000 dentes. Quando utilizada a técnica *one-step*, foi descoberto que apenas 50 em cada 1000 dentes sofreram exposição pulpar, no entanto, nesta comparação, quando utilizada a técnica de remoção total 219 a cada 1000 dentes sofreram exposição pulpar. Houve menos danos nos nervos quando parte de, ou toda a cárie, foi deixada para trás, tanto para os dentes decíduos quanto para os dentes permanentes. Não houve diferença no número de dentes com dor com qualquer uma das técnicas. Uma das técnicas de não remoção de cárie dentinária precisou de menos reposições de restauração, embora não tenha havido diferença encontrada ao comparar qualquer outra das restantes técnicas com a técnica de remoção total de cárie. Os estudos revistos por Ricketts demonstraram que remoção parcial da lesão e selamento dentro do dente (primeiro estágio da técnica *stepwise*) leva à progressiva estagnação da lesão de cárie. Isto permite que haja reações ao nível do complexo polpa-dentina, reduzindo o risco de exposição pulpar quando é feita a segunda instrumentação no segundo estágio da técnica *stepwise* para remover o restante tecido desmineralizado. De fato, e com evidência crescente em estudos que apresentam informação microbiológica e os estudos presentes nesta revisão sistemática, alguns clínicos e investigadores questionam se é necessária uma segunda intervenção na técnica *stepwise*. Com isto em mente, no primeiro estágio da técnica *stepwise* houve apenas 1.3% exposições pulpares comparando com 14.3% exposições pulpares durante a segunda intervenção da técnica *stepwise*. A não remoção de cárie dentinária *versus* remoção completa, a comparação foi feita através de dois estudos. Como não foi removida dentina cariada, analisar a incidência de exposição pulpar seria despropositado. No entanto, nestes estudos também não houve exposições pulpares no grupo de controlo (remoção completa). Num destes estudos não houve, com evidência moderada, diferença no que diz respeito a sinais e sintomas de doença pulpar nas duas técnicas, num outro estudo quasi-randomizado, também não houve diferença no que diz respeito a sinais e sintomas de doença pulpar entre os dois grupos submetidos às diferentes técnicas. Um dos estudos reportou 3% de falha de restauração no grupo da

intervenção e de 37% no grupo de controlo (muito superior do que foi reportado por outros estudos de remoção de cárie completa e restauração), porém neste estudo o grupo de controlo o material restaurador utilizado foi ionómero de vidro, que tem uma sobrevivência clínica curta.

Também em 2013, Schwendicke *et al.*, fizeram a meta-análise e revisão sistemática deste tema, remoção incompleta de cárie, em que utilizaram estudos controlados randomizados ou *quasi*-randomizados publicados entre 1967 e 2013. Foram incluídos nesta revisão dentes decíduos e dentes definitivos que requeriam restauração. Os estudos incluídos nesta revisão provaram-se relevantes à comparação entre as técnicas de remoção incompleta (remoção *one-step* ou *two-step*, tratamento pulpar indireto ou proteção pulpar) e remoção completa. Os estudos que fizeram segunda abertura da restauração para recolher amostras bacterianas ou análise do pavimento da cavidade foram tomados como técnica *one-step* de remoção incompleta. Foram excluídos estudos que avaliavam técnicas não restaurativas como remineralização, tratamentos não invasivos, como selantes de cárie ou por infiltração e estudos não-clínicos, assim como *case studies*. Foram utilizadas quatro bases de dados, em inglês e alemão. A informação dos estudos eleitos foi extraída por dois revisores independentes e comparada através de folhas de cálculo (Excel 10, Microsoft, Redwood City, CA, USA). A informação foi recolhida através das *guidelines* da Cochrane Collaboration (Higgins, J.P.T., Green, S., 2009) os autores tentaram ainda recolher informação como profundidade de instrumentação, possíveis protetores pulpares, e tipos de restauração. Se faltou informação ou houve problemas em entender a metodologia, os autores dos estudos foram contactados por *e-mail* e, se apropriada, informação foi adicionada aos resultados. Erros/desvios por seleção (randomização, alocação, problemas de randomização), erros/desvios por desempenho e deteção (imparcialidade dos participantes, operadores, examinadores), erros/desvios por perda de informação (perda de *follow-up*, perda de valores ou participantes) foram registados e analisados e classificados segundo as *guidelines* da Cochrane Collaboration (Higgins, J.P.T., Green, S., 2009). Os efeitos do tratamento foram medidos com base nos resultados obtidos pelos estudos analisados. Resultados como exposição pulpar, sintomas pulpares, e falha do tratamento foram medidos e analisados dicotomicamente. Dentes que sofreram exposição pulpar foram excluídos dos cálculos dos restantes riscos (sintomatologia pulpar e falha), uma vez que deixavam de ser seguidos ou foram tratados (proteção pulpar direta ou tratamento

endodôntico) e poderiam influenciar os resultados. Como resultados secundários, os autores analisaram os dados sobre a progressão da lesão. Os cálculos foram baseados no número de dentes e não no número de pacientes. Fizeram também a distinção dos diferentes tratamentos (*one-step* e *two-step*) dividindo os resultados em subgrupos. Os autores encontraram 332 estudos possíveis de investigação. Dois estudos adicionais estavam a ser realizados durante esta revisão, mas ainda sem dados passíveis de análise. Mais trinta e dois estudos que eram viáveis foram recolhidos através de cruzamento de referências. No total foram investigados oitenta e sete estudos com texto completo. Três autores de quatro estudos foram contactados e dois responderam. No final dez estudos descritos em dezassete artigos mostraram-se relevantes e foram incluídos nesta revisão por Schwendicke *et al.*. Destes dez estudos, quatro focaram-se na técnica *stepwise*, e cinco focaram-se na técnica *one-step*, um estudo analisou as duas técnicas. Os dez estudos incluídos representam 1257 paciente e 1628 dentes. Alguns destes estudos deram origem a múltiplos artigos. Os estudos foram realizados entre 1977 e 2012, com um *follow-up* de até dez anos. O ratio de abandono do tratamento pelo paciente foi de 0% a 47% no total, ou de 0% a 12% por ano. A maior parte dos pacientes incluídos nestes estudos eram crianças, mas em dois dos estudos foram também investigados pacientes adultos. Os tipos de dentição não foram discriminados porque em um dos estudos ambas as dentições foram misturadas e apenas mais dois estudos apresentaram dados relativos a dentes definitivos. A quantidade de tecido cariado removido variou consideravelmente de estudo para estudo, assim como os materiais utilizados para reabilitação (protetores pulpares, cimentos, materiais restaurativos). Dos estudos incluídos, dois estudos de *one-step* e cinco de *two-step* reportaram exposições pulpares assim como o estudo que reportou resultados para ambas as técnicas. Os dados foram analisados em subgrupos (remoção incompleta *one-step* e *two-step*). Houve uma redução significativa no risco de exposição pulpar ao comparar as técnicas de remoção parcial e remoção completa, quando a primeira era utilizada (IC 95%, relação de probabilidades 0.31 [0.19-0.49]). Quando utilizada a técnica de remoção incompleta *one-step* a redução da exposição pulpar foi ainda maior (IC 95%, relação de probabilidades 0.20 [0.06-0.61]). Na técnica *stepwise*, apenas dois estudos reportaram exposição pulpar. A exposição pulpar foi frequente acontecer durante a segunda visita da técnica *stepwise*, num estudo 87% das exposições aconteceu na segunda visita, no outro 100% do total de exposições aconteceu na segunda intervenção. Relativamente a sintomatologia pulpar, seis estudos reportaram sintomatologia pós-operatória. Houve

também uma redução significativa de complicações pulpares pós-operatórias quando foram utilizadas as técnicas de remoção incompleta em vez de remoção completa (relação de probabilidades 0.58 [0.31-1.10]). Cinco estudos investigaram a integridade estrutural da restauração e complicações técnicas, um deles com diminuição, outros dois com aumento ou os restantes dois em que houve semelhança das taxas de falha quando comparando remoção incompleta com remoção completa. Um destes estudos usou um material restaurador não convencional, por isso, os autores decidiram excluir os dentes tratados dessa maneira da análise. Outros quatro estudos reportaram complicações pulpares. Todos os dez estudos foram levados a análise. O risco de falha entre as técnicas de remoção parcial e remoção total foram similares (IC 95%, relação de probabilidades 0.97 [0.64-1.46]). Nos resultados secundários, progressão da lesão foi analisada por quatro dos dez estudos.. Foi descoberta progressão da cárie, debaixo da restauração ou marginalmente, num dos estudos em 25% (6/24 dentes) dos dentes. Noutro estudo 0.6% (1/156 dentes), no grupo de remoção incompleta contra o grupo de remoção completa, em que 9% dos dentes (7/79 dentes) restaurados mostraram cárie marginal ou oclusal. Outro estudo reportou significativamente mais lesões que progrediram no grupo de remoção completa. Um dos estudos não encontrou progressão da lesão em nenhum dos grupos. Por haver uma discrepância tão grande de resultados obtidos nestes estudos em relação à progressão da lesão, a meta-análise dos dados obtidos não foi feita pelos autores desta revisão. A análise de resultados demonstrou uma redução significativa de exposição pulpar e complicações pulpares pós-operatórias quando técnicas de remoção parcial da lesão de cárie foram utilizadas em vez da técnica tradicional de remoção completa. O risco de falha, depois de excluídos os dentes em que ocorreu exposição pulpar, mostrou-se similar para técnicas de remoção parcial e para a técnica de remoção total. Dos estudos excluídos pelos autores, mais de vinte e cinco confirmaram redução numérica ou inativação da lesão de cárie quando utilizadas as técnicas de remoção incompleta *one-step* e *two-step*. Apesar de estudos laboratoriais que demonstraram redução de resistência a fratura de dentes restaurados após remoção incompleta e baixa adesão das resinas a dentina cariada, Schwendicke *et al.* descobriram que o risco combinado de falha mecânica e falha biológica, para dentes submetidos a remoção parcial e remoção total, era similar (de notar o baixo nível de evidência). Enfatizando que dentes submetidos a exposição pulpar foram excluídos desta revisão, muitas destas exposições foram presumivelmente tratadas com proteção pulpar direta, com base na baixa taxa de sucesso de proteção pulpar em dentes com exposição da

polpa às bactérias causadoras da lesão de cárie, a inclusão destes dentes na revisão iria alterar dramaticamente o risco de falha. Os autores consideraram de grande relevância o fato de as técnicas de remoção parcial parecem não ter nenhuma desvantagem relativamente à técnica de remoção total. Os autores deixaram ainda algumas questões: que quantidade da lesão deve ser deixada, e como medir esse parâmetro? Qual a influência da cárie residual na estrutura da restauração e será que os problemas de adesão a dentina infetada serão superados por novos materiais, sistemas adesivos ou técnicas? Para responder a estas questões são necessários mais estudos controlados randomizados. Estudos a longo termo com baixa heterogeneidade e menos risco de erro/desvio.

Ainda em 2013, Schwendicke, Meyer-Lueckel, *et al.*, realizaram outra revisão sistemática desta vez acerca da falha de tratamento em dentes submetidos a técnicas de remoção parcial. Analisaram estudos que investigassem ou referissem falha em dentes submetidos a técnicas de remoção incompleta, para tentar concluir possíveis fatores de risco de falha. A informação recolhida foi analisada em três passos: primeiro, frequência de falha e modo de falha (pulpar ou não-pulpar) foram recolhidas. Em segundo lugar, a falha nos diferentes subgrupos (por exemplo, dentes decíduos e dentes definitivos) foi analisada qualitativamente. Por fim, estes subgrupos foram comparados para realizar uma síntese de dados quantitativos para avaliar o efeito de certos fatores no risco de falha. Foram usadas quatro bases de dados, para encontrar estudos que investigassem a técnica *one-step* e/ou *two-step*. Os estudos selecionados em inglês e alemão, entre os anos 1967 e 2012. Foram incluídos estudos randomizados e não-randomizados, controlados e não-controlados, estudos clínicos prospetivos e retrospectivos. Depois de triagem de artigos e estudos, foram selecionados vinte e nove artigos sobre dezanove estudos, representando 2405 dentes de mais de 1547 pacientes (um dos estudos não contabilizou pacientes, só dentes). Com *follow-up* médio de vinte e quatro meses(12/48meses). Cinco estudos investigaram a técnica *two-step*, com dois deles a reportarem resultados para *one-step* também. A taxa de falha anual foi de 3.8% (1.4%/4.4%) em dentes parcialmente tratados, com onze estudos a reportar falha por complicação pulpar como maior causa de falha; dois estudos reportaram mais falhas não-pulpare do que falhas pulpare. Uma sub-análise qualitativa foi efetuada tentando associar o tipo de dente ou tratamento ao risco de falha da restauração. Dentes decíduos apresentaram maior risco de falha que dentes definitivos (95% IC, relação de probabilidades = 1.78 [0.51, 6.25]), mas as estimativas estatísticas mantiveram-se

insignificantes. Dentes não sintomáticos antes do tratamento mostraram risco de falha reduzido, mas estatisticamente insignificante quando comparado com dentes sintomáticos (95% CI, relação de probabilidades = 0.28 [0.03, 2.18]). Dentes submetidos a técnicas de remoção incompleta restaurados com restauração de uma só face tiveram uma redução significativa do risco de falha quando comparando com dentes com restaurações com mais de uma face (95% IC, relação de probabilidades = 0.33[0.16, 0.67]). Dentes submetidos a remoção incompleta com a técnica *one-step* quando comparada com a técnica *two-step* apresentaram uma redução de risco de falha significativa (95% CI, relação de probabilidades = 0.21 [0.08, 0.55]). Dentes parcialmente escavados com proteção indireta de hidróxido de cálcio quando comparados com dentes sem proteção indireta demonstraram um aumento estatisticamente insignificante do risco de falha (95% CI, relação de probabilidades = 2.42 [0.71, 8.23]). A comparação entre dentes protegidos indiretamente por hidróxido de cálcio e cimento de ionómero de vidro não foi possível. Dentes protegidos indiretamente com outros materiais não foram analisados. Esta revisão, reportou uma taxa de risco de falha semelhante entre dentes submetidos a técnicas de remoção incompleta e dentes submetidos a remoção total, ou até indicaram uma possível vantagem das técnicas de remoção parcial sobre a técnica de remoção completa. A taxa média de falha anual foi de 3.8% em dentes submetidos a remoção parcial. Uma meta-análise revista pelos autores, apresentou em dentes submetidos a grandes restaurações (amálgama e compósito) após remoção total a taxa média de falha anual de 5.7%. Outra revisão encontrou uma média de taxa de falha anual de 7.6% (amálgama) e de 5.9% (compósito) em dentes decíduos. A maioria de falhas foi associada a complicações pulpares, como pulpíte ou formação de abscesso periapical, que levou eventualmente a tratamento endodôntico ou exodontia. Apenas alguns estudos apresentaram causas não pulpares como principal causa de retratamento (falha), e nesses estudos perda, fratura, ou morfologia insuficiente e lesões de cárie secundárias estavam presentes. Outro estudo a longo prazo, que comparou remoção incompleta com remoção completa, também apresentou mais causas não pulpares de falha. Causas não pulpares de falha de restauração podem ser menos graves quando comparadas com as falhas pulpares, uma vez que nas primeiras é normalmente possível re-restauração ou reparo, enquanto nas segundas pode ser desenvolvida necrose pulpar ou formação de abscesso apical. Isto toma ainda maior importância quando se trata de dentes decíduos. A sub-análise levada a cabo pelos investigadores permitiu identificar alguns fatores relevantes, com dois

deles (dimensão da lesão e fases de tratamento) sendo possivelmente muito significantes no risco de falha. Os autores advertem, no entanto, que o risco de falha não era o objeto de estudo dos estudos analisados e a falta de melhor evidência. Os resultados obtidos levaram à descoberta de fatores e dados que podem ser relevantes:

- Dentes decíduos mostraram maior risco de falha que os dentes definitivos após remoção incompleta. A idade do paciente é considerada um importante fator porque é mais difícil manter o controle da humidade e a conformidade de um paciente criança que num paciente adulto. Fatores relacionados com os dentes podem ter um impacto importante também.

- O estado da polpa posteriormente ao tratamento também se mostrou relevante, em que dentes com sintomas pulpares apresentaram possivelmente um maior risco de falha. Isto verificou-se tanto em dentes submetidos a remoção incompleta como a remoção completa e verifica-se também quanto ao risco de exposição pulpar. Os autores chamam para a atenção que os métodos de diagnóstico pulpar que temos atualmente apresentam limitações.

- Nesta revisão os autores compararam também a quantidade de faces da restauração e concluíram que restaurações com uma face têm menor risco de falha quando comparadas com restaurações multifacetadas em dentes submetidos a remoção incompleta da lesão de cárie. Isto verificou-se também em restaurações de dentes submetidos a remoção total. Permanece ainda por averiguar se a utilização de coroas ou *onlays* podem reduzir o risco de falha uma vez que a maior parte das falhas de restaurações multifacetadas foram derivadas de causas não-pulpares.

- Schwendicke *et al.*, confirmaram nesta revisão descobertas de estudos clínicos e de uma revisão sistemática recente que há menor risco de complicações na técnica *one-step* em comparação à técnica *two-step* de remoção incompleta da lesão de cárie. Foi demonstrado que a segunda intervenção aumenta o risco de exposição pulpar e que remoção total na segunda intervenção leva ao aumento do risco de complicações pulpares pós-operatórias. Com estes resultados em mente e considerando os conhecimentos sobre a lesão de cárie atuais, que levam a querer que há alteração da ecologia bacteriana debaixo da restauração, põe em

questão se pode ser mais proveitosa a segunda intervenção da técnica *stepwise* que o risco de exposição pulpar.

-Os autores encontraram também risco de falha aumentado relacionado com a proteção pulpar indireta utilizando hidróxido de cálcio quando comparando com dentes restaurados diretamente. No entanto, podem ser utilizados outros materiais de proteção pulpar indireta, e a interação de fatores não pode ser ignorada, uma vez que o hidróxido de cálcio reduz o risco de irritação pulpar pós-operatória assim como promove a remineralização dentinária. Enquanto cimentos de ionómero de vidro modificados com resina demonstraram redução do número bacteriano e micro-infiltração quando comparados com compósitos *in vitro*. No entanto, uma revisão sistemática não encontrou nenhuma diferença na eficácia de diferentes protetores pulpares indiretos e um estudo controlado randomizado mostrou similar endurecimento dentinário e resultados microbiológicos, entre a utilização e não utilização de protetores pulpares. Schwendicke *et al.* sublinham a falta de consenso sobre o uso de protetores pulpares, mas chamam à atenção acerca da indicação de hidróxido de cálcio no tratamento de lesões profundas de cárie.

-As taxas de falha anuais variaram dramaticamente entre materiais restaurativos e estudos. Esta variação também foi verificada por outras revisões.

Os autores concluíram que, após remoção incompleta da lesão de cárie a maioria das falhas de restauração foram devido a complicações pulpares. Baseando-se na sub-análise dos fatores influenciadores, os autores concluíram também que, dentes submetidos a remoção incompleta e restaurados com a técnica *one-step*, e tendo esta restauração apenas uma face, apresentam risco de falha reduzido quando comparados com dentes totalmente escavados e com restaurações multifacetadas ou que foram submetidos à técnica *two-step*. Os autores ficaram com dúvidas acerca de qual o material protetor pulpar e qual o material restaurativo que devem utilizar no tratamento de lesões de cárie profunda. Avisam ainda que ainda é cedo para tirar conclusões fiáveis ou deduzir recomendação clínica, devido principalmente ao baixo nível de evidência por falta de padronização deste tipo de estudos.

Mais recentemente, em 2016, Hoefler *et al.* realizaram também uma revisão sistemática a fim de comparar os resultados a longo termo de dentes definitivos submetidos à técnica *stepwise* e a *one-step*. Os autores utilizaram quatro bases de dados. Artigos publicados em Inglês, entre 1980 e março de 2016 foram incluídos. De 136 artigos potencialmente relevantes os autores compararam os resultados de nove publicações de cinco estudos diferentes, com resultados de um total de 426 dentes com *follow-up* de entre dois a dez anos. A falha foi considerada quando houve perda de vitalidade pulpar ou falha da restauração. Os autores tinham como objetivo determinar se dentes definitivos com lesão de cárie profunda tratados com a técnica *one-step* diferiam em termos de perda de vitalidade pulpar e falha da restauração quando comparados com dentes definitivos com lesão de cárie profunda tratados com a técnica *stepwise* (*two-step*). O objetivo secundário dos autores foi determinar a presença ou ausência de resultados relacionados com os pacientes em qualquer uma das técnicas. Como já foi dito nesta revisão foram incluídos nove artigos de cinco estudos somando o total de 426 dentes definitivos. Destes, 167 foram submetidos à técnica *one-step* e os restantes 259 foram submetidos à técnica *two-step*. 334 destes 426 dentes pertenciam a crianças com menos de dezoito anos, os restantes eram de adultos entre os dezoito e os cinquenta e três anos. Dos cinco estudos, dois investigaram a técnica *one-step* e outros dois investigaram a técnica *stepwise*, um quinto estudo investigou as duas técnicas. Um estudo foi um estudo retrospectivo, dois foram estudos randomizados controlados e os dois restantes foram estudos observacionais de casos clínicos. Relativamente a resultados:

- Quatro dos cinco estudos analisaram falha de restauração, mas nenhum destes estudos comparou a técnica *one-step* com a técnica *two-step*. Portanto a comparação destes resultados é não controlada e sujeita a erros. No entanto, os autores da revisão identificaram algumas tendências. A taxa de sucesso verificou-se superior a 88%, ao final de dois e três anos, tanto numa técnica como noutra. Dois desses estudos focaram-se na técnica *stepwise*, um estudo randomizado controlado seguiu quarenta dentes definitivos durante uma média de quarenta e três meses e não apresentou falhas de restauração, o outro estudo seguiu 120 dentes definitivos e apresentou uma taxa de sucesso de 96.7% ao fim de dois anos, os 3.3% de falha neste estudo aconteceram entre a primeira e a segunda visita. Em relação à técnica *one-step*, um estudo com trinta e dois

dentes apresentou taxas de sucesso de 89%, 79% e 67% ao fim de quarenta meses, cinco anos e dez anos, respectivamente. O outro estudo retrospectivo que analisou a taxa de sucesso da técnica *one-step* reportou uma falha entre trinta e quatro dentes permanentes, ou seja 97% de sucesso.

- Em relação a perda de vitalidade pulpar, um estudo randomizado controlado analisou os resultados pulpares de 112 dentes tratados com a técnica *one-step* e de 99 dentes tratados com a técnica *two-step*. Ao fim de três anos, os dentes tratados com a técnica *one-step* apresentaram uma taxa de sucesso superior aos dentes submetidos à técnica *two-step*, 96% e 83% respectivamente. Os restantes estudos apresentaram taxas de sucesso pulpar superiores a 83% ao fim de dois e três anos após o tratamento com ambas as técnicas. Os autores alertam, no entanto, que a metodologia para diagnóstico pulpar variou entre os estudos.

- Relativamente à qualidade dos estudos, de acordo com o *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*, ambos os estudos randomizados controlados são considerados com alto risco de erro/desvio, porque não é claro se os investigadores foram imparciais na análise de resultados.

Os autores desta revisão sistemática, Hoefler *et al.* 2016, concluíram que existe ainda evidência limitada de que, ao fim de três anos, dentes permanentes com lesão de cárie profunda, tratados com a técnica *one-step*, tenham menos complicações pulpares de que aqueles tratados com a técnica *two-step*. Apesar de serem necessários mais estudos a longo termo, o sucesso da restauração e manutenção da vitalidade pulpar foram demonstradas ao fim de dois anos e depois, em dentes definitivos com lesões de cárie profundas, com ambas as técnicas, *one-step* e *two-step*.

2.4. Estudos relevantes:

2.4.1. Microbiologia:

Em 2008, Orhan, A., *et al.*, realizaram um estudo com o objetivo de comparar, do ponto de vista clínico e microbiológico, as diferentes técnicas de aproximação à lesão de cárie, nomeadamente, *one-step*, *two-step* e remoção total da lesão, em dentes decíduos e dentes definitivos jovens com lesões de cárie profunda. Foram incluídos no estudo 135 dentes (oitenta e três decíduos e cinquenta e dois dentes definitivos jovens). Aleatoriamente os dentes foram tratados com as diferentes técnicas. Na técnica *two-step* a segunda intervenção foi realizada três meses depois. Os autores analisaram a cor, consistência, e humidade da dentina e recolheram amostras de dentina de todos os dentes. Estas amostras de dentina foram analisadas microbiologicamente pelo total de formação de colónias, *streptococos mutans* e *lactobacilos*. Neste estudo as recolhas de amostras foram realizadas, no caso da técnica *one-step* e remoção total, antes da restauração definitiva, e no caso da técnica *two-step* as amostras foram recolhidas antes da restauração provisória, aquando da remoção da restauração provisória (três meses depois) e antes da restauração definitiva. Os resultados mostraram que das amostras recolhidas antes da restauração após a técnica *one-step*, 63.8% mostraram crescimento bacteriano, já na técnica *two-step* 100% das amostras mostraram crescimento bacteriano (antes da restauração provisória). Quando os dentes submetidos a *two-step* foram reabertos (três meses depois) as amostras que mostraram crescimento bacteriano diminuíram significativamente para 44.4% e antes da restauração definitiva o número de amostras que mostrou desenvolvimento bacteriano foi apenas de 2.2%. No grupo submetido a remoção total da lesão, apenas 25.6% das amostras apresentaram crescimento bacteriano antes da restauração definitiva. Não encontraram, no entanto, diferença estatística significativa entre dentes decíduos e dentes definitivos. Os autores concluíram que apesar de nenhuma das técnicas erradicar por completo as bactérias cariogénicas analisadas após a primeira intervenção, a técnica *step-wise* mostrou reduzir o potencial cariogénico das lesões ao longo do tratamento. (Orhan, A. I., *et al.*, 2008) De notar que este estudo utilizou hidróxido de cálcio em todas as preparações cavitárias.

Em 2009, Lula, E.C.O., *et al.*, analisaram também a dentina microbiologicamente, depois de remoção completa e remoção parcial em dentes decíduos. Uma vez que existe persistência das bactérias independentemente da técnica utilizada, este estudo procurou examinar a micro-flora da dentina cariada em dentes decíduos submetidos a técnica de remoção total e remoção parcial. O estudo analisou trinta e dois dentes decíduos com lesão de cárie profunda, dividindo-os em dois grupos de dezasseis, um grupo foi submetido a remoção total e outro a remoção parcial, a recolha de amostras (um miligramma de dentina infetada) foi feita após a preparação cavitária e três a seis meses depois (foi utilizado hidróxido de cálcio) e restaurados com resina composta. As amostras foram tratadas para enumeração de *Streptococos* spp., *Streptococos mutans*, *Lactobacilos* spp., e número total de organismos. Os autores concluíram que, antes do selamento, um maior número de microrganismos foi detetado em dentes submetidos a remoção parcial quando comparados com dentes submetidos a remoção total. No entanto, após o selamento, o nível de colonização foi semelhante para ambos os grupos em todos os microrganismos analisados. Os resultados sugerem que a persistência de bactérias não parece ser razão suficiente para reabrir a restauração após remoção parcial em dentes decíduos. (Lula, E. C. O., *et al.*, 2009)

Em 2016, assim como Orhan, A., *et al.*, em 2008 e Lula, E. C. A., *et al.* em 2009, Singhal, D. K., *et al.*, fizeram a análise microbiológica da dentina cariada, mas neste estudo a análise foi feita após a remoção da dentina mole através de duas técnicas diferentes de remoção parcial, um grupo em que a remoção foi feita apenas utilizando instrumentos manuais, outro em que a remoção parcial foi feita através de instrumentos rotatórios (brocas), e um terceiro grupo submetido à técnica remoção de total. Cada um dos três grupos foi composto por quatorze dentes. As amostras foram recolhidas depois da preparação da cavidade e três semanas depois da restauração. Foram incluídos dentes molares decíduos com lesão de cárie que se estendesse para além de metade da porção dentinária e diagnóstico de vitalidade pulpar. As estirpes analisadas foram, *streptococos mutans*, *streptococos* spp., *lactobacilos* spp. Em todos os três grupos houve, ao fim de três semanas, uma redução significativa da quantidade dos microrganismos estudados. No entanto, não houve diferenças estatisticamente significativas entre os diferentes grupos. Os autores concluem dizendo que os resultados sugerem que a utilização da técnica de remoção parcial numa só sessão é preferível aquando de lesão de cárie

profunda em dentes decíduos vitais, visto haver menor risco de exposição pulpar e a contagem bacteriana não variar significativamente. (Singhal, D. K., *et al.*, 2016)

2.4.2. Potencial de regeneração da polpa e do dente:

Em 2014, Bjørndal, L., *et al.*, realizaram um estudo sobre a profundidade e atividade da lesão de cárie como indicadores do potencial regenerativo da polpa. Estudos sobre regeneração dentária envolvendo intervenções para terapia de polpa, como regeneração e revascularização, são procedimentos promissores para os dentes lesados, no entanto, uma replicação completa do tecido pulpar original não parece ocorrer. Nos casos em que deseja preservar ou manter partes da polpa durante tratamento, é evidente que a eficácia da cura ou da regeneração biológica depende do grau de inflamação do tecido pulpar. Assim, o controle ou prevenção de uma infecção da polpa é ainda uma questão importante para os clínicos. Os dados indicam que o típico motivo para realizar o tratamento endodôntico é a lesão de cárie profunda. O conceito biológico de tratamento da polpa vital associada a uma lesão de cárie profunda leva à análise e avaliação da polpa exposta e não exposta. Curiosamente, o diagnóstico clínico é tipicamente o mesmo. Lesões de cárie profundas, com pulpite reversível, podem receber diferentes tratamentos, como procedimentos de remoção da lesão visando evitar a exposição da polpa ou tratamentos mais invasivos como proteção pulpar ou pulpotomia. Este não deveria ser o caso. Consequentemente, uma enorme variação no tratamento destas lesões é notável entre os clínicos, tendo no entanto como base o mesmo diagnóstico de cárie. Os autores concluíram que são necessários estudos de maior qualidade, e é importante obter informações sobre a profundidade real da lesão e uma estimativa da atividade da lesão antes do tratamento. Estes podem ser indicadores básicos para o potencial regenerativo de polpa dentária. (Bjørndal, L., *et al.*, 2014)

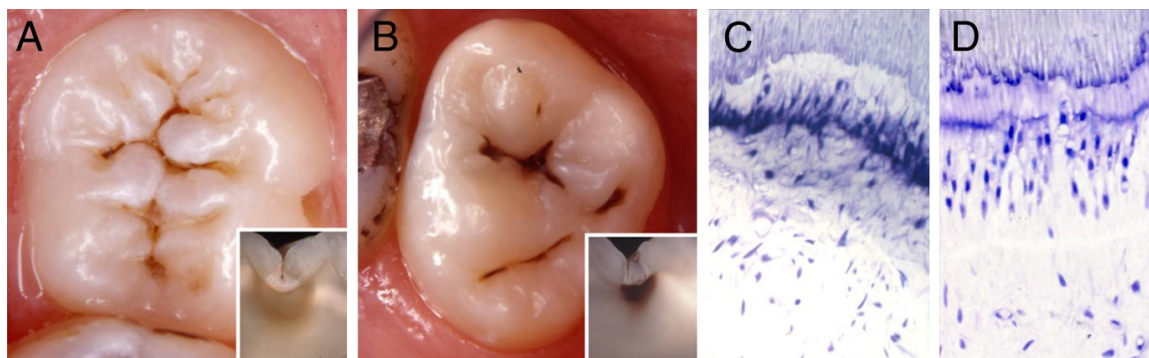


Figura 4. (A) terceiro molar mandibular parcialmente erupcionado apresenta um local cariogénico onde a placa bacteriana consegue permanecer intacta (A, canto inferior direito) Imagem macroscópica de corte do dente mostra uma aparência amarelada de dentina descolorada desmineralizada (B) Terceiro molar maxilar com lesão oclusal inativa (B, canto inferior direito) Imagem macroscópica de corte do dente mostra uma aparência preta/acastanhada de dentina descolorada e desmineralizada. Numa lesão ativa (C) uma reação subodontoblástica é visível e comparável com uma amostra controlo (D). (Bjørndal, L., *et al.*, 2014)

Em 2015, Hernández-Gatón, P., *et al.*, realizaram um estudo que afirma que a técnica *stepwise* permite a apexogénese em dentes definitivos com cárie profunda e formação radicular incompleta. Este estudo avaliou a técnica *stepwise* em 138 molares definitivos com lesões de cárie profundas e formação incompleta da raiz, durante um período de acompanhamento clínico e radiográfico de vinte e quatro meses. Em 96,7% dos casos, o sucesso foi observado (sem dor, integridade das margens da restauração, ausência de alterações radiográficas e apexogénese). Os casos de falha (3,3%) deveram-se à perda da restauração provisória. Em conclusão, a remoção da lesão por etapas é uma técnica promissora para tratar dentes permanentes com lesões de cárie profundas e formação incompleta de raiz como uma abordagem minimamente invasiva porque permite a preservação da vitalidade da polpa e cosequente apexogénese. (Hernández-Gatón, P., *et al.*, 2015)

2.4.3. Materiais de restauração:

Em 2011, Kotsanos, N., *et al.*, realizaram um estudo com o objetivo de avaliar o desempenho de cimento de ionómero de vidro modificado com resina como material protetor pulpar indireto e como material restaurador em classes II de molares decíduos. Um total de sessenta e uma crianças, entre os três anos e meio e os oito anos e meio, com lesões de cárie inter-proximais profundas que radiograficamente apresentavam risco de exposição pulpar. No total, oitenta e seis restaurações foram realizadas e

analisadas. Três dos oitenta e seis dentes mostraram necrose pulpar, os restantes (96.5%) apresentaram-se assintomáticos por período médio de 31.9 meses, e sem sinais radiográficos de patologia por uma média de 25.7 meses.. Setenta e seis destas oitenta e três (91.6%) restaurações classe II eram aceitáveis e mostraram desgaste oclusal variável. Os autores concluíram que a aplicação única de cimento de ionómero de vidro modificado com resina teve sucesso ao longo de dois anos e meio como material restaurador e protetor pulpar em lesões de cárie inter-proximais em molares decíduos. (Kotsanos, N., *et al.*, 2011)

Em 2012, Phonghanyudh, A., *et al.*, realizaram um estudo para avaliar o desempenho clínico e o resultado radiográfico do cimento de ionómero de vidro, na restauração de molares decíduos ao se utilizar três diferentes técnicas de remoção da lesão de cárie. Um total de 276 crianças, entre os seis e os onze anos, com lesões de cárie na face oclusal e/ou proximal que se estendesse até pelo menos um terço da porção dentinária e sem sintomas nem sinais pulpares de pulpite irreversível. As crianças foram divididas em três grupos aleatoriamente: no primeiro, a dentina mole foi removida parcialmente até à junção amelo-dentinária, no segundo grupo, toda a dentina mole foi removida, e no terceiro grupo a técnica convencional de remoção total. Todas as cavidades preparadas foram restauradas com cimento de ionómero de vidro. Foram feitas avaliações clínicas e radiográficas após seis e doze meses após restauração. Ao fim de doze meses, oitenta e nove, oitenta e nove e oitenta e oito restaurações foram avaliadas, correspondendo respetivamente, ao primeiro, segundo e terceiro grupo. A taxa de sobrevivência das restaurações de cimento de ionómero de vidro foram de 83%, 83% e 89%, enquanto que a taxa de sobrevivência pulpar foi 99%, 100% e 98%, para cada grupo respetivo. Não houve diferenças estatísticas significativas relativamente à sobrevivência da restauração ou da vitalidade pulpar nos três grupos. Os autores concluíram que, após avaliações clínicas e radiográficas ao fim de doze meses, a remoção de dentina mole até à junção amelo-dentinária, seguida de restauração com cimento de ionómero de vidro, foi comparável a aproximação convencional. (Phonghanyudh, A., *et al.*, 2012)

Em 2013, Corralo D. J., Maltz, M., avaliaram o efeito do cimento de hidróxido de cálcio e do cimento de ionómero de vidro na dentina cariada e na infeção bacteriana após remoção parcial de cárie e selamento. Neste estudo sessenta dentes vitais com lesão de cárie profunda foram submetidos a remoção parcial da lesão e posterior restauração com

cimento de hidróxido de cálcio, cimento de ionómero de vidro e cera (para servir de controlo) e após três a quatro meses depois foram reabertos. Depois de remoção parcial de cárie e período de selamento, a dentina foi clinicamente avaliada (cor e consistência) e analisada por microscopia eletrónica de varrimento, para avaliar a organização dentinária e infeções bacterianas. Os autores observaram e concluíram que, a remoção parcial da lesão e posterior selamento, leva à redução da contaminação bacteriana e reorganização da dentina independentemente do material restaurador utilizado, ambos os cimentos como o material inerte (cera) permitiram a reorganização e remineralização da dentina, de igual forma, com total ou parcial obliteração dos túbulos dentinários e redução da infeção bacteriana. Os resultados indicaram que a remoção da parte superficial da dentina necrótica e desmineralizada e o selamento da cavidade promovem a inativação da lesão de cárie dentinária, independentemente do material. Os resultados sugerem que o efeito do uso de cimento de hidróxido de cálcio ou cimento de ionómero de vidro na inativação da lesão de cárie da dentina não é superior do que quando usado um material inerte. (Corralo D. J., Maltz, M, 2013)

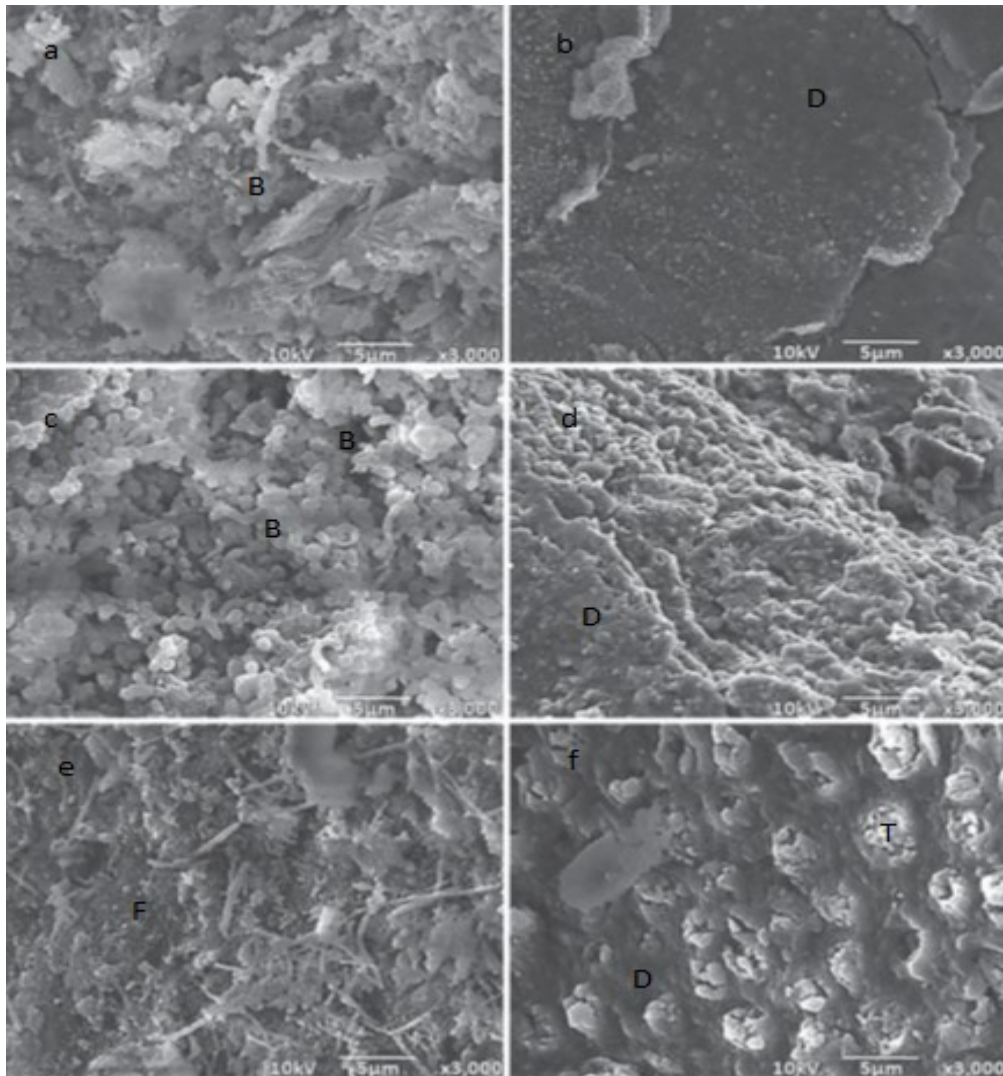


Figura 5. Fotografias microscópicas através de microscopia eletrônica de varredura (x3,000) de amostras de dentina (a, c, e) imediatamente após remoção parcial da lesão, onde conseguimos ver as bactérias (B) e a estrutura desmineralizada da dentina com as fibras de colagénio intertubulares expostas (F). Amostras de dentina após 3-4 meses cimento de hidróxido de cálcio (b), cimento de ionómero de vidro (d) e cera (material inerte) (f) mostrando dentina mais organizada (D) com total ou parcial preenchimento dos túbulos dentinários (T) e redução da infecção bacteriana. (Corralo D. J., Maltz, M, 2013)

Outro estudo, em 2014, não encontrou diferenças significativas no desempenho dos sistemas adesivos em dentes submetidos a remoção parcial e total. Devem então ser utilizados os mesmos sistemas adesivos independentemente da técnica utilizada. Este estudo *in vitro* testou alguns sistemas adesivos (OptiBond FL (Kerr, Bioggio, Switzerland); Clearfil SE Bond (Kuraray, Hattersheim, Germany); G-aenial Bond (GC, Bad Homburg, Germany) e compósitos de resina (o compósito reforçado com fibras EverX (GC, Bad Homburg, Germany) e o compósito híbrido Filtek Z250 (3M ESPE, St. Paul, USA)) em dentes submetidos a remoção parcial, e reportou uma possível vantagem em utilizar o adesivo de 3-passos *etch and rinse* Optibond FL e o compósito fibroso EverX, para reduzir o risco de infiltração marginal e de fratura da restauração,

compósitos reforçados por fibras, podem reforçar o dente e assim aumentar a resistência a fratura. (Schwendicke, F., Kern, M., Kleemann-Lüpkes, J., *et al.*, 2014)

2.4.4. Custos de tratamento:

Schwendicke, F., Stolpe, M., *et al.*, realizaram um estudo em 2013, na Alemanha, onde compararam o preço entre as 3 técnicas, remoção incompleta *one-step*, *two-step* e a técnica de remoção completa. A estimativa do preço das intervenções foi baseada em nove estudos. Realizaram 100 simulações, utilizando 100 amostras aleatórias em cada simulação. A técnica *one-step* levou a que os dentes permanecessem mais tempo e vitais na boca (uma média de 41 anos de vitalidade e 53.5 anos de retenção na boca) e com um custo total mais baixo (265€) que a técnica *two-step* (médias de 37.5 anos de vitalidade e 52.5 anos de retenção na boca, 360€ (+36% em relação à *one-step*)) e a técnica de remoção completa (31 anos de vitalidade e 49.5 anos de retenção na boca, em média, por 398€ (+50%)). A suposição do aumento da taxa de risco de complicações não pulpares, da técnica *one-step*, a longo prazo (9.2% após 2-5 anos e 6.8% anualmente após 5 anos) teve apenas efeitos limitados no estudo do custo da intervenção (tempo médio de retenção na boca de 52.5 anos e vitalidade durante 40 anos, com o custo médio de 294€). Baseando-se na melhor evidência disponível, Schwendicke *et al.*, concluíram que a técnica de remoção incompleta *one-step* é a mais eficiente relativamente aos custos de tratamento quando comparada com as técnicas de remoção completa e incompleta *two-step*. No entanto esta análise baseou-se em algumas suposições e só em dentes definitivos e não foi feita distinção entre géneros. (Schwendicke, F., Stolpe, M., *et al.*, 2013)

3. Conclusões

Conclui-se que, é possível restaurar um dente com uma lesão de cárie profunda e com diagnóstico pulpar vital, de uma maneira menos invasiva, através de técnicas de remoção parcial da lesão de cárie, sendo assim uma alternativa sobre a técnica tradicional de remoção total da lesão.

Estas técnicas/estratégias reduzem o risco de exposição pulpar nestas lesões. Reduzir o risco de exposição pulpar é muito importante, pois o prognóstico pulpar após a exposição da polpa pode ser bastante reservado (ganha ainda mais importância quando se trata de dentes decíduos).

Os materiais restauradores usados nestas restaurações sobre dentina desmineralizada, não parecem ter grande influência nos resultados das mesmas, o selamento marginal e a restrição de hidratos de carbono na lesão são o mais importante, e levam à inativação desta e consequente remineralização da dentina anteriormente desmineralizada.

Apesar de a restauração de um dente com uma lesão de cárie profunda, através de técnicas de remoção parcial como a técnica *one-step* e *two-step*, parecer benéfica e eficiente, apresentam-se ainda alguns problemas.

Apesar de, cada vez mais, ser um tema investigado e debatido na literatura, a investigação da quantidade de dentina afetada que *pode*, e *deve* ser deixada debaixo da restauração parece ser o próximo passo lógico.

4. Bibliografia

III Estudo Epidemiológico Nacional das Doenças Orais. da Direção Geral de Saúde de Portugal 2014

Alleman, D., Magne, P.. (2012). A systematic approach to deep caries removal endpoints: The peripheral seal concept in adhesive dentistry. *Quintessence Int* 2012; 43(3): 197-208

Bjørndal, L.. (2008). Indirect Pulp Therapy and Stepwise Excavation *Journal of Endodontics* , Volume 34 , Issue 7 , S29 - S33

Bjørndal, L., Reit, C., Bruun, G., Markvart, M., Kjoeldgaard, M., Näsman, P., ... Gluud, C.. (2010). Treatment of deep caries lesions in adults: randomized clinical trials comparing stepwise vs. direct complete excavation, and direct pulp capping vs. partial pulpotomy. *European Journal of Oral Sciences* 2010; 118(3): 290-7

Bjørndal, L., Demant, S., Dabelsteen, S. (2014). Depth and activity of carious lesions as indicators for the regenerative potential of dental pulp after intervention. *Journal of Endodontics*, 40

Black, G.V.A.. (1908). *Work on operative dentistry in two volumes, vol II. The technical procedures in filling teeth.* 2nd ed. Medico-Dental Publishing Co, Chicago; 1908

Chibinski, A.C., Reis, A., Kreich, E.M., Tanaka, J.L., Wambier, D.S.. (2013). Evaluation of primary carious dentin after cavity sealing in deep lesions: a 10- to 13-month follow-up. *Pediatr Dent.* 35(3):E107–E112

Corralo, D.J., Maltz, M.. (2013). Clinical and ultrastructural effects of different liners/restorative materials on deep carious dentin: a randomized clinical trial. *Caries Res.* 47(3):243–250

Dorri, M., Dunne, S.M., Walsh, T., Schwendicke, F.. (2015). Micro-invasive interventions for managing proximal dental decay in primary and permanente teeth. *Cochrane Database Syst Rev.* 11:CD010431

- Eidelman, E., Finn, S.B., and Koulourides, T.. (1965). Remineralization of carious dentin treated with calcium hydroxide. *J Child Dent.* 1965; 32:218–225
- Erhardt, M.C.G., Lobo, M.M., Goulart, M., Coelho-De-Souza, F.H., Valentino, T.A., Pisani-Proenca, J., Pimenta, L.A.F.. (2014). Microtensile bond strength of etch-and-rinse and self-etch adhesives to artificially created carious dentin. *General Dentistry*, 62(3), 56–61
- Fairbourn, D.R., Charbeneau, G.T., Loesche, W.J.. (1980). Effect of improved Dycal and IRM on bacteria in deep carious lesions. *The Journal of the American Dental Association*, 1980;100(4):547-552.
- Frencken, J.E., Leal, S.C., Navarro, M.F.. (2012). Twenty-five-year atraumatic restorative treatment (ART) approach: a comprehensive overview. *Clin Oral Investig.* 16(5):1337–1346
- Goldberg, M. (2011). Dentin structure composition and mineralization. *Frontiers in Bioscience*, E3(2), 281
- Griffin, S.O., Oong, E., Kohn, W., Vidakovic, B., Gooch, B.F., CDC Dental Sealant Systematic Review Work Group, Bader, J., Clarkson, J., Fontana, M.R., Meyer, D.M., Rozier, R.G., Weintraub, J.A., Zero, D.T.. (2008). The effectiveness of sealants in managing caries lesions. *J Dent Res.* 87(2):169–174
- Hayashi, M., Fujitani, M., Yamaki, C., Momoi, Y.. (2011). Ways of enhancing pulp preservation by stepwise excavation - A systematic review. *Journal of Dentistry*
- Heintze, S.D.. (2013). Clinical relevance of tests on bond strength, microleakage and marginal adaptation. *Dent Mater.* 29(1):59–84
- Hernandez-Gaton, P., Serrano, C.R., Nelson Filho, P., De Castañeda, E. R., Lucisano, M. P., Da Silva, R. A. B., Da Silva, L. A. B.. (2015). Stepwise Excavation Allows Apexogenesis in Permanent Molars with Deep Carious Lesions and Incomplete Root Formation. *Caries Research* 2015; 49(6): 637-9
- Heymann, H. O.. (2013). *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry*. Missouri: Elsevier

Hevinga, M.A., Opdam, N.J., Frencken, J.E., Truin, G.J., Huysmans, M.C.. (2010). Does incomplete caries removal reduce strength of restored teeth? *Journal of Dental Research* 2010; 89(11): 1270-1275

Higgins, J.P.T., G. S. (editors). (2009). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. The Cochrane Collaboration

Hilgert, L., Leal, S., Mulder, J., Creugers, N., Frencken, J.. (2015). Caries-preventive effect of supervised toothbrushing and sealants. *J Dent Res*. 94(9):1218–1224

Hilton, T.J., Summitt, J.B.. (2006). Pulpal Considerations. In: Summitt JB, Robbins JW, Hilton TJ, Schwartz RS, editors. *Fundamentals of Operative Dentistry A contemporary approach*. 3rd ed. Hanover Park, IL: Quintessence; 2006: p. 108-112

Hilton, T.J.. (2009). Keys to clinical success with pulp capping: a review of the literature. *Operative Dentistry* 2009; 34(5): 615-625

Hoefler, V., Nagaoka, H., Miller, C.S.. (2016). Longterm survival and vitality outcomes of permanent teeth following deep caries treatment with step-wise and partial-caries-removal: A Systematic Review. *Journal of Dentistry*

Itoh, K., Kusunoki, M., Oikawa, M., Tani, C., Hisamitsu, H.. (2009). In vitro comparison of three caries dyes. *American Journal of Dentistry*, 22(4), 195–199

Joves, G. J., Inoue, G., Sadr, A., Nikaido, T., Tagami, J.. (2014). Nanoindentation hardness of intertubular dentin in sound, demineralized and natural caries-affected dentin. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 32, 39–45

Kotsanos, N., Arizos, S.. (2011). Evaluation of a resin modified glass ionomer serving both as indirect pulp therapy and as restorative material for primary molars. *European Archives Paediatric Dentistry* 2011;12(3):170–5

Lima, J. E. O.. (2007). Cárie Dentária: Um novo conceito, *R Dental Press Ortodon Ortop Facial* 119 Maringá, v. 12, n. 6, p. 119-130

Liu, Y., Tjäderhane, L., Breschi, L., Mazzoni, A., Li, N., Mao, J., ... Tay, F. R.. (2011). Limitations in bonding to dentin and experimental strategies to prevent bonddegradation. *J Dent Res* 2011; 90:953–968

- Lula, E.C.O., Monteiro-Neto, V., Alves, C.M.C., Ribeiro, C.C.C.. (2009). Microbiological analysis after complete or partial removal of carious dentin in primary teeth: a randomized clinical trial. *Caries Research* 2009;43(5):354–8
- Magnusson, B.O. and Sundell, S.O.. (1977). Stepwise excavation of deep carious lesions in primary molars. *J Int Assoc Dent Child*. 1977; 8: 36–40
- Maltz, M., Garcia, R., Jardim, J.J., de Paula, L.M., Yamaguti, P.M., Moura, M.S.. (2012). Randomized trial of partial vs. stepwise caries removal. *J Dent Res* 91:1026-1031
- Maltz, M., Jardim, J.J., Mestrinho, H.D., Yamaguti, P.M., Podestá, K., Moura, M.S.. (2013). Partial removal of carious dentine: a multicenter randomized controlled trial and 18-month follow-up results. *Caries Res* 47:103-109
- Mejäre, I.A., Axelsson, S., Davidson, T., Frisk, F., Hakeberg, M., Kvist, T., Norlund, A., Petersson, A., Portenier, I., Sandberg, H.. (2012). Diagnosis of the condition of the dental pulp: a systematic review. *Int Endod J*. 45(7):597–613
- Mickenausch, S., Yengopal, V., Banerjee, A.. (2010). Pulp response to resin-modified glass ionomer and calcium hydroxide cements in deep cavities: a quantitative systematic review. *Dent Mater* 26:761-770
- Mickenausch, S., Yengopal, V.. (2012). Failure rate of high-viscosity gic based art compared with that of conventional amalgam restorations—evidence from an update of a systematic review. *SADJ*. 67(7):329–331
- Miyashita, H., Worthington, H.V., Qualtrough, A., and Plasschaert, A.. (2007). Pulp management for caries in adults: maintaining pulp vitality. *Cochrane Database Syst Rev*. 2007
- Momoi, Y., Hayashi, M., Fujitani, M., Fukushima, M., Imazato, S., Kubo, S., Yamaki, C.. (2012). Clinical guidelines for treating caries in adults following a minimal intervention policy - Evidence and consensus based report. *Journal of Dentistry*, 40(2), 95–105

Mondelli, R. F., Ishikiriyama, S. K., de Oliveira Filho, O., Mondelli, J.. (2009). Fracture resistance of weakened teeth restored with condensable resin with and without cusp coverage. *Journal of Applied Oral Sciences* 17 3:161–165

Neves, A. D. A., Coutinho, E., Cardoso, M. V., De Munck, J., Van Meerbeek, B.. (2011). Micro-tensile bond strength and interfacial characterization of an adhesive bonded to dentin prepared by contemporary caries-excavation techniques. *Dental Materials*, 27(6), 552–562

Ngo, H.. (2010). Glass-ionomer cements as restorative and preventive materials. *Dental Clinics of North America*.

Kopperud, S.E., Tveit, A.B., Gaarden, T., Sandvik, L., Espelid, I.. (2012). Longevity of posterior dental restorations and reasons for failure. *Eur J Oral Sci.* 120(6):539–548

Oen, K.T., Thompson, V.P., Vena, D., Caufield, P.W., Curro, F., Dasanayake, A., ... Lindblad, A.. (2007). Attitudes and expectations of treating deep caries: a PEARL Network survey. *Gen Dent* 55:197-203

Oong, E.M., Griffin, S.O., Kohn, W.G., Gooch, B.F., Caufield, P.W.. (2008). The effect of dental sealants on bacteria levels in caries lesions. *J Amer Dent Assoc.* 139(3):271–278

Opdam, N.J., Bronkhorst, E.M., Loomans, B.A., Huysmans, M.C.. (2010). 12-year survival of composite vs. amalgam restorations. *J Dent Res.* 89(10):1063–1067

Orhan, A., Oz, F., Ozcelik, B., Orhan, K.. (2008). A clinical and microbiological comparative study of deep carious lesion treatment in deciduous and young permanent molars. *Clinical Oral Investigations* 2008;12(4):369–78

Pinto, A.S., de Araújo, F.B., Franzon, R., Figueiredo, M.C., Henz, S., García-Godoy, F., Maltz, M.. (2006). Clinical and microbiological effect of calcium hydroxide protection in indirect pulp capping in primary teeth. *American Journal Dentistry* 2006;19(6):382–386

Phonghanyudh, A., Phantumvanit, P., Songpaisan, Y., Petersen, P.E.. (2012). Clinical evaluation of three caries removal approaches in primary teeth: a randomised controlled trial. *Community Dent Health* 29:173-178

Pugach, M. K., Strother, J., Darling, C. L., Fried, D., Gansky, S. a, Marshall, S. J., Marshall, G. W.. (2009). Dentin caries zones: mineral, structure, and properties. *Journal of Dental Research*, 88(1), 71–164

Raggio, D.P., Hesse, D., Lenzi, T.L., Guglielmi, C.A., Braga, M.M.. (2013). Is atraumatic restorative treatment an option for restoring occlusoproximal caries lesions in primary teeth? A systematic review and meta-analysis. *Int J Paed Dent*. 23(6):435–443

Ricketts, D., Lamont, T., Innes, N.P.T., Kidd, E., Clarkson, J.E.. (2013). Operative caries management in adults and children. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2013, Issue 3. Art. No.: CD003808

Ridell, K., Olsson, H., Mejäre, I.. (2008). Unrestored dentin caries and deep dentin restorations in Swedish adolescents. *Caries Res* 42:164-170

Ritter, A.V., Browning, W.D., Swift EJ, Jr.. (2012). Partial caries excavation. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 2012; 24(2): 148-152

Ritter AV, Eidson RS, Donovan TE.. (2013). Dental Caries: Etiology, Clinical Characteristics, Risk Assessment, and Management. In: Heymann HO, Swift Jr. EJ, Ritter AV editors. *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry*. 6th ed. St. Louis, MO: Mosby; 2013: p. 83-85

Schiffner, U., Hoffmann, T., Kerschbaum, T., Micheelis W.. (2009). Oral health in German children, adolescents, adults and senior citizens in 2005. *Community Dent Health* 26:18-22

Schwendicke, F., Dörfer, C. E., Paris, S.. (2013). Incomplete caries removal: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Dental Research*, 92(4), 306–314

Schwendicke, F., Stolpe, M., Meyer-Lueckel, H., Paris, S., Dörfer, C. E.. (2013). Cost-effectiveness of One- and Two-step Incomplete and Complete Excavations. *Journal of Dental Research*, 92(10), 880–887

Schwendicke, F., Meyer-Lückel, H., Dorfer, C., Paris, S.. (2013). Failure of incompletely excavated teeth: a systematic review. *J Dent*. 41(7):569–580

Schwendicke, F., Kern, M., Meyer-Lueckel, H., Boels, A., Doerfer, C., Paris, S.. (2013). Fracture resistance and cuspal deflection of incompletely excavated teeth. *J Dent* 2013;42:107–113

Schwendicke, F., Kern, M., Blunck, U., Dörfer, C., Drenck, J., Paris, S.. (2014). Marginal integrity and secondary caries of selectively excavated teeth in vitro. *J Dent* 2014;42:1261–1268

Schwendicke, F., Kern, M., Kleemann-Lüpkes, J., Paris, S., Blunck, U.. (2014). Influence of using different bonding systems and composites on the margin integrity and the mechanical properties of selectively excavated teeth in vitro. *J Dent* 2014;43:327–334

Schwendicke, F.. (2016). Modern Concepts for Caries Tissue Removal. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, n/a-n/a

Schwendicke, F., Frencken, J. E., Bjørndal, L., Maltz, M., Manton, D. J., Ricketts, D., Innes, N. P. T.. (2016). Managing Carious Lesions. *Advances in Dental Research*, 28(2), 58–67

Selwitz, R. H., Ismail, A. I., Pitts, N. B.. (2007). Dental caries. *The Lancet*, 369(9555), 51–59

Singhal, D. K., Acharya, S., Thakur, A. S.. (2016). Microbiological analysis after complete or partial removal of carious dentin using two different techniques in primary teeth: A randomized clinical trial. *Dental Research Journal*, 13(1), 30–37.

Sowden, J.R.. (1956). A preliminary report on the recalcification of carious dentin. *J Dent Child*. 1956; 23: 187–188

Tabatabaei, F. S., Tatari, S., Samadi, R., Torshabi, M.. (2016). Surface characterization and biological properties of regular dentin, demineralized dentin, and deproteinized dentin. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 27(11)

Thompson, R. G.; Curro, F. A.; Green, W. S.; Ship, J. A.. (2008). Treatment of deep carious lesions by complete excavation or partial removal: a critical review. *J Am Dent Assoc*, 139(6), 705–712

Wambier, D.S, dos Santos, F.A., Guedes-Pinto, A.C., Jaeger, R.G., Simionato, M.R.. (2007). Ultrastructural and microbiological analysis of the dentin layers affected by caries lesions in primary molars treated by minimal intervention. *Pediatr Dent*. 29(3):228–234

Yengopal, V., Harneker, S.Y., Patel, N., Siegfried, N.. (2009). Dental fillings for the treatment of caries in the primary dentition. *Cochrane Database Syst Rev* 12:CD004483

Zavgorodniy, A. V., Rohanizadeh, R., Swain, M. V.. (2008). Ultrastructure of dentine carious lesions. *Archives of Oral Biology*, 53(2), 124–132

Zero, D. T., Fontana, M., Martínez-Mier, E. A., Ferreira-Zandoná, A., Ando, M., González-Cabezas, C., Bayne, S.. (2009). The Biology, Prevention, Diagnosis and Treatment of Dental Caries. *The Journal of the American Dental Association*, 140, 25S–34S